

ANALYSE DES FACTEURS CLES POUVANT IMPACTER LE DEVELOPPEMENT DES FILIERES DE REEMPLOI



Analyse économique des 10 familles de Produits,
Equipements et Matériaux

RAPPORT FINAL

Septembre 2024

REMERCIEMENTS

Nicolas BAUMER (A4MT/Booster du réemploi)

Virginie CORDIER (CSTB)

Emilie CRESPIN (CSTB)

Cécilia DARÇOT (A4MT/Booster du réemploi)

Elise DUPIRE (A4MT/Booster du réemploi)

Capucine GAUTIER (CSTB)

Alexandra GOSSET (CSTB)

Andréa HADDAD (MOBIUS)

Thomas LESAGE (MOBIUS)

Elodie MACE (CSTB)

Mona NASSEREDINE (CSTB)

Julien PIRIOU (CSTB)

Charlène RAFFIN (CSTB)

Alexia ROLLE (CSTB)

Edouard SORIN (CSTB)

Aghiless YAHMI (CSTB)

CITATION DE CE RAPPORT

DOUTRELEAU Mathilde, CSTB. 2024. Analyse des facteurs clés pouvant impacter le développement des filières de réemploi - Analyse économique des 10 familles de Produits, Equipements et Matériaux - projet SPIROU. 38 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2204D0020

Étude réalisée par Mathilde DOUTRELEAU (CSTB) pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : CSTB – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Appel à projet de recherche : « Vers des bâtiments responsables » - Edition 2022

Coordination technique - ADEME : MARRY Solène

Direction/Service : Bâtiment

SOMMAIRE

Préambule	5
Introduction.....	6
1. Revue de la littérature et sélection des facteurs	7
1.1. Revue de la littérature	7
1.2. Sélection des facteurs d'analyse.....	8
1.3. Facteurs étudiés.....	8
1.3.1. Dépose	8
1.3.2. Préparation matière/reconditionnement	8
1.3.3. Caractérisation/fiabilisation	9
1.3.4. Transport/stockage.....	9
1.3.5. Marché.....	9
1.4. Grille d'analyse générique	11
2. Analyse par famille.....	13
2.1. Les blocs-portes et blocs-portes coupe-feu en bois et acier	13
2.1.1. Points importants	13
2.1.2. Grille d'analyse.....	14
2.2. Les appareils sanitaires en céramique	15
2.2.1. Points importants	15
2.2.2. Grille d'analyse.....	16
2.3. Les dalles de moquette	17
2.3.1. Points importants	17
2.3.2. Grille d'analyse.....	18
2.4. Les charpentes en bois (non industrielles)	19
2.4.1. Points importants	19
2.4.2. Grille d'analyse.....	20
2.5. Les radiateurs métalliques à eau	21
2.5.1. Points importants	21
2.5.2. Grille d'analyse.....	22
2.6. Les armoires électriques et protections modulaires	23
2.6.1. Points importants	23
2.6.2. Grille d'analyse.....	24
2.7. Les luminaires	25
2.7.1. Points importants	25
2.7.2. Grille d'analyse.....	26
2.8. Les briques pleines de terre cuite.....	27
2.8.1. Points importants	27
2.8.2. Grille d'analyse.....	28
2.9. Les bardages en tuiles de terre cuite et béton, panneaux fibres-ciment, ardoises fibres-ciment et naturelles.....	29

2.9.1.	Points importants	29
2.9.2.	Grille d'analyse.....	30
2.10.	Les conduits de ventilation rigides circulaires spiralés en acier galvanisé	31
2.10.1.	Points importants	31
2.10.2.	Grille d'analyse.....	32
3.	Analyse générique	33
	Références bibliographiques	34
	Index des tableaux et figures.....	35
	Sigles et acronymes.....	36

Préambule

Ce livrable passe en revue les 10 familles de Produits, Equipements et Matériaux (PEM) listées ci-dessous afin d'analyser les facteurs pouvant impacter le développement de leur modèle économique. Pour chaque famille, une description des PEM considérés, ainsi qu'une grille d'analyse et une liste de points importants seront données.

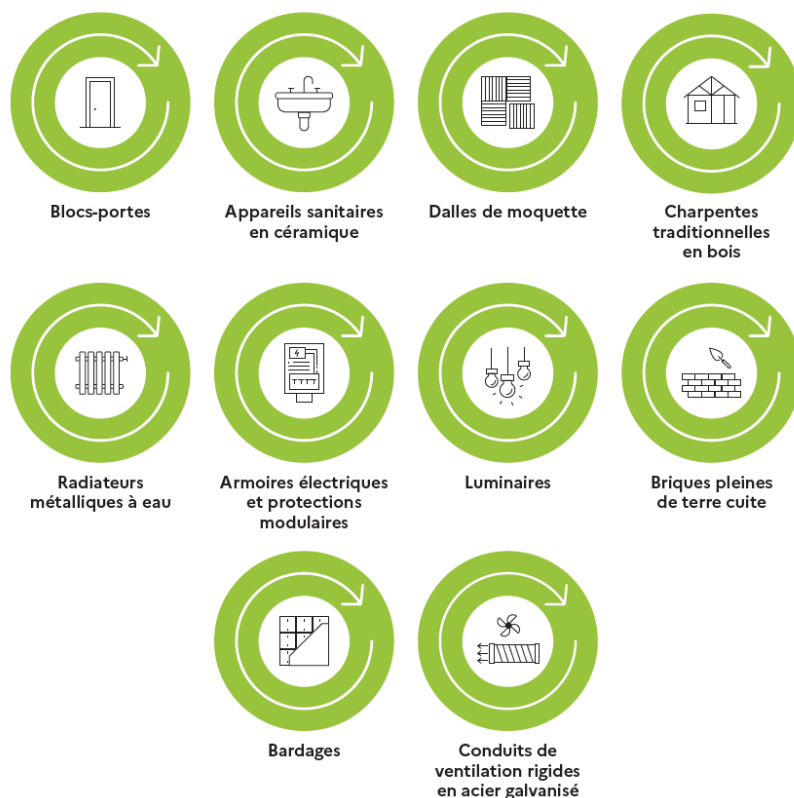


Figure 1 : Familles de PEM sélectionnées pour les travaux du projet SPIROU

DISCLAIMER

Les conditions de dépose, de récupération et de vérification des propriétés considérées dans cette note sont conformes à celles décrites dans les notes méthodologiques rédigées dans le cadre de ce projet.

Ce document reflète uniquement le point de vue de ses auteurs ou autrices. Il s'appuie sur des dires d'experts et des rédacteurs ayant eu la charge de la rédaction des notes méthodologiques. Les auteurs ou autrices et les autorités de financement du projet SPIROU ne sont pas responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans ce document.

Introduction

Dans un contexte global marqué par l'épuisement des énergies fossiles et les pénuries de matières premières, l'économie circulaire connaît une croissance significative et de nouveaux modèles favorisant la transition de l'économie s'imposent progressivement. Les évolutions réglementaires récentes (LTECV, loi AGECL, RE2020, etc.) orientent le secteur du bâtiment vers plus de circularité, spécifiant la priorité donnée à la prévention des déchets puis au réemploi/réutilisation sur toute autre forme de valorisation.

L'économie circulaire, à travers l'économie collaborative, l'économie de la fonctionnalité ou l'écologie industrielle et territoriale, permet de challenger les modèles économiques classiques et d'évoluer vers l'adaptation aux contraintes naturelles de long terme. Ce changement de paradigme contribue non seulement à la décarbonation des ressources du secteur du bâtiment, mais également à la réduction de la dépendance aux matériaux importés et à la volatilité de leurs prix, à la sécurisation des approvisionnements très impactés par le contexte géopolitique ou sanitaire et à l'émergence de filières locales.

Cependant, le développement de l'économie circulaire entraîne des changements de pratiques pour les acteurs. Actuellement, de nombreuses questions se posent concernant les modèles économiques du réemploi : sur quelles familles de PEM le réemploi sera-t-il rentable ? Comment organiser les filières entre une logique de chantier à chantier et une logique passant par des plateformes de reconditionnement ? Quelles responsabilités pour chacun des acteurs de la chaîne de valeur ?

Le développement du réemploi nécessite de nouvelles compétences à développer ou à adapter comme le besoin de diagnostiquer le potentiel de l'existant, de caractériser les gisements, de déposer sélectivement, d'entreposer de façon adéquate et de stocker selon un modèle économique viable avant de revendre et de remettre en œuvre. Ces nouvelles activités impactent également le coût supporté (coûts des essais éventuels, protocoles d'échantillonnage, etc.) ainsi que les responsabilités pouvant être portées par les différents acteurs de la chaîne et donc l'organisation de la filière.

Le projet de recherche SPIROU a pour objectif principal d'accompagner les acteurs de l'offre à développer et structurer leurs activités de réemploi, en développant des notes méthodologiques s'appuyant sur les premiers retours d'expérience prometteurs de l'ensemble de la filière du réemploi. L'harmonisation des modes opératoires existants permettra d'avancer sur la sécurisation des pratiques et de rassurer l'ensemble des acteurs, dont ceux de la maîtrise des risques.

Dans ce cadre, des notes méthodologiques pour 10 familles de produits, équipements et matériaux ont été rédigées, proposant des process et protocoles expérimentaux de diagnostic et d'évaluation des performances des PEM à réemployer. Les documents¹ produits dans le cadre du projet pourront notamment servir à des acteurs désireux de se positionner sur le marché du réemploi en développant une offre de reconditionnement de produit.

Afin de développer ces offres, les acteurs doivent établir et s'assurer de la viabilité de leur modèle économique. La présente analyse se propose d'étudier, sur les différentes étapes du processus, les facteurs pouvant impacter la viabilité économique du réemploi de chacune des 10 familles, permettant d'identifier ceux qui pourraient favoriser ou contraindre son développement. Le marché actuel sera également analysé pour mettre en perspective les caractéristiques spécifiques et intrinsèques aux PEM avec des éléments plus conjoncturels.

Une première partie de ce rapport sera consacrée à la revue de la littérature existante et permettra d'identifier les facteurs pouvant impacter le modèle économique, ces facteurs ont été présentés et questionnés auprès des acteurs interrogés afin de valider leur pertinence. Ce travail a conduit à l'établissement d'une liste de facteurs inclus dans une grille d'analyse qui sera présentée dans une seconde partie. L'ensemble des 10 familles seront ensuite étudiées par le biais de cette grille et les éléments saillants ressortis des entretiens figureront dans un verbatim.

La méthodologie repose principalement sur l'analyse économique des retours d'expériences et d'échanges ciblés (experts, acteurs de la filière, etc.). Il s'agira dans un premier temps d'identifier les facteurs impactant les modèles économiques (taille des gisements, coût des produits neufs équivalents, coût des modes de preuve, distances, implication ou non d'un tiers lieu de reconditionnement, etc.) afin de définir une grille. Dans un second temps, chacune des familles sera questionnée, via le concours des pilotes rédacteurs des notes méthodologiques, sur l'ensemble de ces facteurs. Chaque famille ayant ses spécificités, des commentaires viendront étayer la notation. Une dernière partie explicitant les enseignements plus génériques clora enfin cette analyse.

Cette analyse économique est directement liée aux 10 familles décrites dans chacun des documents développés dans le projet SPIROU, les PEM considérés sont ainsi identiques à ceux explicités dans chacun d'eux.

¹ L'ensemble des livrables du projet SPIROU sont disponibles gratuitement sur la librairie ADEME.

1. Revue de la littérature et sélection des facteurs

Ce premier chapitre passe en revue la littérature existante sur les facteurs impactant le modèle économique du réemploi et expose la manière dont ont été sélectionnés les facteurs d'analyse présents dans la grille avec une description succincte de chacun d'eux.

1.1. Revue de la littérature

Il existe de nombreuses études, essentiellement sous la forme de Retours d'Expériences (REx), sur la viabilité économique d'opérations de réemploi². Toutefois, il n'existe que peu d'études sur les modalités de viabilité et de développement des filières de réemploi.

Le modèle économique décrit comment une organisation génère des revenus de manière durable. Il englobe les différentes démarches de développement et choix stratégiques qui permettent de créer, capturer et distribuer la valeur selon Osterwalder et Pigneur³.

D'après une étude réalisée par l'ADEME en 2017, portant sur l'analyse de la viabilité des structures de réemploi-réutilisation en France, le poste des recettes des ventes des biens réemployés apparaît comme étant un poste-clé de l'équilibre économique des structures. Le prix de vente d'un PEM issu du réemploi revêt alors une importance particulière. Si celui-ci est trop haut, il risque de ne pas être suffisamment concurrentiel pour inciter les maîtres d'ouvrage (MOA) et entreprises à renoncer aux PEM neufs. S'il est trop bas, il risquerait de fragiliser le modèle économique de la filière, ne lui permettant pas de couvrir ses frais.

Le réemploi change la chaîne de valeur des PEM et la répartition du coût des opérations. D'après l'étude réalisée par l'Ifpeb en 2023 sur « *l'Equation économique du réemploi dans le bâtiment* », **64 %** du coût du neuf est lié à l'achat des matériaux tandis qu'en moyenne **60 %** du coût du réemploi est lié à de la main d'œuvre (ce coût comprend également la mise en œuvre du produit après achat). L'étude estime que **40 %** du coût du réemploi est lié au reconditionnement. En effet, les gisements, souvent très hétérogènes, nécessitent d'être caractérisés avant d'être nettoyés puis remis en vente. De plus, les process de reconditionnement sont souvent peu mécanisés et reposent sur un fort besoin de main d'œuvre.

Toutes ces étapes ont un coût qui peut fortement impacter le prix de vente final du produit. A l'aune de ces chiffres, il apparaît intéressant d'envisager la piste de l'optimisation ou de l'amélioration du procédé de reconditionnement afin d'augmenter les gisements traités et d'obtenir des économies d'échelle. Sans nécessairement que cela soit une chaîne de production industrielle.

Cependant, souvent taxé de plus coûteux lorsque le réemploi est comparé à des PEM neufs, des études récentes montrent que ce n'est pas toujours le cas selon les flux considérés et lorsque le coût est mis en parallèle d'autres caractéristiques. Le réemploi serait bien plus intéressant que le neuf pour certains flux tandis que pour d'autres il générerait un surcoût non négligeable. L'étude de l'Ifpeb menée en 2024 sur 21 familles de PEM établie notamment que dans la plupart des cas, un PEM issu du réemploi serait plus cher qu'un PEM équivalent neuf en bas de gamme mais moins cher qu'un équivalent neuf de milieu ou haut de gamme⁴. Le PEM issu du réemploi est souvent plus durable en fonction de sa composition, de sa nature et de sa période de fabrication qu'un PEM bas de gamme. La valeur patrimoniale de certains PEM est également à prendre en compte.

C'est également ce que met en avant la FFB dans les avantages du recours au réemploi pour la MOA, qui permet dans certains cas « *d'avoir des produits plus qualitatifs, plus nobles, pour des prix équivalents à des produits neufs standards* » dans son étude « *REx chantiers sur le réemploi dans le bâtiment* ».

Au-delà du coût direct, d'autres aspects peuvent impacter la viabilité économique de la filière. C'est le cas pour les PEM présentant un risque pour la sécurité des personnes (sanitaire, structurel ou incendie) qui sont souvent peu reconditionnés car difficilement réassurables. A l'inverse, d'autres produits présentent un fort intérêt d'un point de vue environnemental comme le met en avant l'étude de la FFB qui souligne que certains PEM, notamment les fenêtres, les dalles de faux plancher, les appareils sanitaires et les radiateurs en fonte issus du réemploi offrent une réelle réduction des impacts environnementaux.

La viabilité économique des filières de réemploi dépend très largement du type de PEM et de ses caractéristiques intrinsèques (robustesse, dimension, poids, etc.) mais également de nombreux facteurs conjoncturels ou sociétaux (état du marché, prix de revente, forces en présence, etc.). Ceux-ci vont être étudiés par famille dans la présente étude.

² Etude REx chantiers sur le réemploi dans le bâtiment, FFB ; Analyse économique du réemploi de matériaux - REPAR 2, CSTB

³ Osterwalder et Pigneur - Business Model Canvas

⁴ La gamme est définie par la qualité, la robustesse et le niveau de finition du PEM.

1.2. Sélection des facteurs d'analyse

Afin d'analyser chaque famille de PEM par le même prisme et que celle-ci soit exploitable de façon opérationnelle, une seule et même grille d'analyse a été définie. Cette grille est composée d'une liste de facteurs pour lesquels trois niveaux de réponses existent, qualifiés de façon graduelle. Il s'agit d'une analyse principalement qualitative, permettant d'identifier les postes de coûts susceptibles d'altérer la rentabilité de l'opération ou au contraire ceux qui tendent à faciliter le développement de l'activité de réemploi.

Cette étude prend en compte chacune des étapes de la chaîne de valeur, de la déconstruction à la revente des PEM. L'ensemble des postes de coûts y sont étudiés, indépendamment du fait qu'ils soient supportés par les mêmes acteurs. En effet, ce livrable s'adresse à des acteurs aux profils multiples, pouvant se spécialiser seulement sur l'une des phases du réemploi ou au contraire sur l'ensemble de la chaîne. Au-delà des avantages environnementaux qui sont nombreux, la question de la rentabilité économique du réemploi se pose et celle-ci est à étudier au regard de plusieurs facteurs : la taille du gisement, l'intensité des opérations de nettoyage, l'hétérogénéité du gisement, l'existence d'une demande sur le PEM de réemploi, le gain carbone, la présence de ce PEM neuf sur le marché, etc.

1.3. Facteurs étudiés

Plusieurs étapes sont nécessaires avant de pouvoir remettre en œuvre un produit issu du réemploi. Les facteurs sont répartis dans chacune d'entre elles et accompagnés d'une explication de l'impact possible sur l'activité de réemploi.

1.3.1. Dépose

- Manutentionnabilité :

Si l'élément est plus lourd que ce que le code du travail autorise (55kg), il est nécessaire d'avoir plusieurs personnes sur une même opération de dépose. Ceci peut donc augmenter son coût.

- Temps de dépose de l'élément :

Plus le temps de dépose nécessaire est long, plus le coût associé augmente.

- Taille du gisement potentiel par chantier :

Un gisement trop faible peut avoir plusieurs effets, comme la non-rentabilité du transport ou le faible gisement proposé à la revente pour fournir une quantité homogène suffisante pour un projet. Ces deux effets peuvent impacter négativement la viabilité économique du réemploi.

- Soin nécessaire à la dépose :

Plus le PEM nécessite un soin particulier à la dépose, plus cette opération risque de prendre du temps ou nécessitera une formation spécifique, ce qui dans les deux cas complexifiera sa réalisation et augmentera son coût.

- Habilitation spécifique pour la dépose :

Si une habilitation est nécessaire cela peut être plus coûteux et demande une phase amont de recherche et de contractualisation avec un spécialiste.

1.3.2. Préparation matière/reconditionnement

- Coût du nettoyage/reconditionnement :

Un coût de nettoyage et/ou de reconditionnement important viendra peser dans le prix.

- Taux de perte en phase de tri après la dépose :

Les pertes importantes de PEM affectent le modèle économique car ceux-ci ont toutefois dû être déposés soigneusement mais ne pourront pas être valorisés économiquement.

- Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement :

Un coût trop élevé peut pénaliser l'activité de réemploi. Toutefois en l'absence de données quantifiées, il s'agit d'une notation difficile à objectiver.

1.3.3. Caractérisation/fiabilisation

- Coûts des modes de preuves (essais) :

Le coût des modes de preuves dépend de l'intensité des tests réalisés et de la nécessité de faire appel à un laboratoire accrédité, souvent plus onéreux. Des essais ou modes de preuves onéreux se répercutent directement sur le prix de revente des PEM.

Les tests à réaliser sont à la discrétion du centre de reconditionnement, ils dépendent de l'usage et de la performance attendue, mais également de l'exigence souhaitée ou encore de l'appréciation du risque par les assurances.

1.3.4. Transport/stockage

- Spécificité du stockage :

Le stockage peut devenir contraignant si le PEM a besoin d'être abrité des intempéries et entreposé dans un local fermé. Cela viendra impacter le coût du foncier nécessaire à l'activité.

- Taux de remplissage du moyen de transport :

Les PEM n'ayant pas des dimensions adéquates à l'imbrication ne permettent pas une optimisation des chargements des moyens de transports et peuvent impacter le coût.

- Moyen de manutention/levage :

Le niveau d'équipement nécessaire impacte également le coût d'investissement initial.

1.3.5. Marché

- Coût neuf vs réemploi :

Si le coût du PEM réemployé est plus élevé que le neuf cela pourra jouer sur sa concurrentialité.

- Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché :

Si un écosystème d'acteurs est présent sur le marché cela facilitera l'intégration de l'activité de réemploi dans la chaîne de valeur déjà développée.

- Existence d'une demande pour ce PEM neuf :

Si le PEM neuf connaît une forte demande, le PEM de réemploi est plus susceptible d'être également utilisé.

- Existence d'une demande pour ce PEM réemployé :

Certains PEM provenant du réemploi sont déjà largement demandés. A contrario d'autres ont plus de mal à générer une demande sur le marché.

- Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires) :

Lorsque les PEM nécessitent des pièces détachées pour être fixés ou utilisés, il est important que celles-ci soient disponibles et accessibles facilement sur le marché.

- Economie carbone sur ce PEM :

L'économie carbone réalisée pour chaque PEM peut motiver la maîtrise d'ouvrage à avoir recours à des PEM issus du réemploi afin de réduire l'empreinte du projet.

L'économie carbone est toutefois fortement dépendante des gisements et de la localisation, le transport sur de trop grandes distances pouvant impacter négativement le gain.

Pour rappel, la Réglementation Environnementale 2020 (RE 2020), entrée en vigueur au 1er janvier 2022, reprend les orientations définies par la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). Elle a pour objectif de réduire progressivement l'empreinte carbone des bâtiments en phase construction et exploitation pour concourir à l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050. Voici les plafonds à respecter selon le type de logement, indiqués en kgCO₂eq/m²/an :

en kgCO _{2eq} /m ² /an	2022 Entrée en vigueur	2025	2028	2031
Maisons individuelles (yc. phase chantier)	640	530	475	415
Logements collectifs (yc. phase chantier)	740	650	580	490

Figure 2 : Plafonds à respecter selon le type de logement, indiqués en kgCO_{2eq}/m²/an.

Source : Ministère de la transition, RE2020 Eco-construire pour le confort de tous, 2021.

1.4. Grille d'analyse générique

Etapes	Facteurs	Notation	Commentaire
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	55kg correspond au poids autorisé d'après le code du travail
		Produit > 15 kg mais < 55kg	
		Produit > 55kg	
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	Relativement au nombre d'éléments à récupérer
		Dépose moyennement longue	
		Dépose très chronophage	
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important (> 50 unités)	A mettre en perspective de la taille de l'élément
		Gisement moyen (entre 10 et 50 unités)	
		Faible gisement (< 10 unités)	
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose	Relativement à l'attention dont doit faire preuve la personne en charge de la dépose
		Soin moyen nécessaire à la dépose	
		Beaucoup de soin nécessaire à la dépose	
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	Diplôme ou formation nécessaire pour être habilité
		Habilitation courante relative à un métier	
		Habilitation spécifique	
Préparation matière/ Reconditionnement	Coût de l'opération de nettoyage/reconditionnement	Opération faiblement coûteuse	Relativement au prix du produit
		Opération pouvant être coûteuse	
		Opération très coûteuse	
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (< 10% du stock)	
		Moyen (entre 10% et 30 % du stock)	
		Important (> 30%)	
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement (investissement machine)	Chaîne de reconditionnement peu coûteuse	Ce coût comprend l'investissement initial en termes d'équipement pour monter une chaîne de reconditionnement
		Moyennement coûteuse	
		De gros investissements sont à prévoir	
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu coûteux	Pas de données pour objectiver car les PEM et les coûts sont très hétérogènes. Des détails sont explicités en commentaire pour chaque famille.
		Moyennement coûteux	
		Très coûteux	
Transport/Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit	
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	
		Doit être stocké en intérieur	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé	
		Moyen	

Etapes	Facteurs	Notation	Commentaire
	Moyen de manutention/levage	Faible	
		Pas de moyen nécessaire	
		Moyen minimum requis	
		Engin de levage	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf	
		Coût relativement identique	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs	
		Ecosystème d'acteurs limité	
		Absence d'écosystème d'acteur	
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	
		Demande moyenne	
		Demande faible	
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Forte demande	
		Demande moyenne	
		Demande faible	
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	
		Standard mais doivent être adaptées	
		Spécifiques	
	Economie carbone sur ce PEM	Forte économie carbone	D'après les données existantes
		Economie carbone moyenne	
		Faible économie carbone	

Tableau 1 : Grille générique d'analyse

Nota :

Une même famille peut comporter plusieurs PEM variés qui ne répondent pas de la même façon aux différents critères. Leurs spécificités seront détaillées en commentaire et une attention particulière sera portée sur le PEM le plus réemployé.

Les facteurs peuvent être évalués différemment d'une famille à l'autre. C'est notamment le cas pour le temps de dépose : il n'est pas le même pour une brique ou pour une cuvette de WC, mais il pourra obtenir le même « score » car le nombre d'éléments à récupérer sur un même site n'est pas le même, en fonction de leur usage dans un projet. Pour les briques il s'agira d'en récupérer un grand nombre, pour les cuvettes moins.

2. Analyse par famille

Dans ce second chapitre, seront étudiées l'ensemble des 10 famille de PEM à travers la grille d'analyse présentée ci-dessus. Les PEM considérés sont systématiquement décrits ainsi qu'une liste de points importants soulevés lors des échanges avec les rédacteurs des notes méthodologiques ou d'experts.

2.1. Les blocs-portes et blocs-portes coupe-feu en bois et acier

Dans cette famille de PEM sont considérés les blocs-portes et blocs-portes coupe-feu de menuiserie intérieure émanant d'un ouvrage existant. Ces blocs-portes peuvent être en bois ou en acier et sont composés d'un vantail (battant ou ouvrant) âme pleine ou alvéolaire, d'un dormant et d'éléments de quincaillerie (serrure, paumelle, ferme-porte, ...). Il n'est pas attendu de ces produits une performance au feu.



Crédits photo : timltv/shutterstock.com



Crédits photo : Grigvovan/shutterstock.com

2.1.1. Points importants

- Il existe une demande émergente et une filière encore non structurée mais comportant de nombreux acteurs.
- La rentabilité de la démarche passe par l'intégrité du matériau qui ne doit pas être abîmé à la dépose sous peine de devoir réaliser des travaux de remise en état qui peuvent être coûteux.
- Economie carbone : D'après Opalis⁵, 1 m² de bloc-porte coupe-feu standard permet de prévenir la production de ~19 à ~44 kg de CO₂ eq. liée à la fabrication d'un bloc-porte coupe-feu neuf.

⁵ <https://opalys.eu/fr>.

2.1.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg		Le poids ne sera pas le même pour un bloc-porte classique ou un bloc-porte coupe-feu qui est plus lourd, de l'ordre de 70 à 100kg.
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg	x	
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide		Cela dépend du nombre d'éléments. Mais le temps de dépose est moyennement long pour un seul élément.
		Dépose moyennement longue	x	
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités		Cependant le gisement peut ne pas être uniforme et les bloc-portes différentes sur un même site.
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités	x	
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Il est nécessaire de préserver l'intégrité du matériau afin de pouvoir le réemployer sans devoir y faire des réparations.
		Soin moyen		
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose	x	
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux		Il s'agit surtout de contrôles visuels et retrouver de la documentation sur les bloc-portes récupérés. Il est également questions de quelques essais pour la résistance mécanique réalisables avec des outils simples. Comme les bloc-portes coupe-feu ne sont ici pas destinés à un usage coupe-feu il n'est pas nécessaire de réaliser des essais pour attester de leur aptitude réglementaire à l'emploi.
		Moyennement couteux	x	
		Très couteux		
Préparation matière/ Reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse		Cela dépend du nombre de réparation à faire (rajouter des huisseries, repeindre, etc).
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)	x	La phase d'analyse se fait avant la dépose, donc peu de perte en phase de tri post-dépose.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)		
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse	x	A priori peu couteux, dépend du niveau de finition souhaité par le centre de reconditionnement.
		Moyennement couteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Si il n'y a pas les huisseries, peuvent être stockés dehors mais avec les huisseries il est conseillé de les protéger du froid.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur	x	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé	x	Le dormant et l'ouvrant doivent être solidarités le temps du transport.
		Moyen		
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire		Les portes sont mises sur palettes, transportées par un engin de levage.
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage	x	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf	x	D'après les données disponibles, en fonction de la valeur patrimoniale et de la qualité recherchée, le coût est souvent équivalent ou moindre à un produit neuf.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf		
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs	x	De nombreux acteurs se positionnent sur ce marché. Toutefois la filière n'est pas structurée.
		Ecosystème d'acteurs limité		
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		Il existe une demande car les évolutions réglementaires tendent à diminuer l'empreinte carbone dans la construction, les MOA se tournent alors vers le réemploi.
		Demande moyenne	x	
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	
		Standards mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Le bois de construction permet de séquestrer du carbone, en le réemployant il est évité que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 3 : Grille d'analyse de la famille des blocs-portes

2.2. Les appareils sanitaires en céramique

Les produits et équipements considérés dans cette famille sont les suivants : appareil sanitaire en matériau céramique de type cuvette de WC suspendue, cuvette de WC sur pied à réservoir attenant, cuvette indépendante, urinoir, bidet, lavabo, lave-mains, vasque, vidoir/déversoir, évier et receveur de douche.



Crédits photo Pixel-Shot/shutterstock.com



Crédits photo: RYosha/shutterstock.com

2.2.1. Points importants

- Côté demande : les produits les plus récupérés sont les cuvettes et réservoirs, les receveurs de douches restent à ce jour plus marginaux. En effet, l'article 1 de l'arrêté du 11 septembre 2020 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées impose désormais une absence totale de ressaut (intérieur comme extérieur) ce qui élimine pour un certain nombre de construction les receveurs non encastrés et à la surface plane.
- Il existe une demande actuelle dans le tertiaire pour les WC suspendus, il y a un intérêt à développer cette filière.
- La récente augmentation de +200% des coûts de production due à l'augmentation du gaz joue en faveur du réemploi de ce produit. De nombreux déchets sont également générés par les moules de fabrication de la céramique.
- Attention aux coûts des pièces détachées comme les abattants et le mécanisme de chasse d'eau qui doivent être sur mesure pour les WC suspendus autoportants et qui sont parfois plus chers que les toilettes neuves.
- Pour les autres WC, la céramique est indépendante du module de la chasse il n'est donc pas nécessaire d'avoir un besoin "sur mesure".
- Les économies carbone réalisées dépendent du type de produit :
 - D'après Opalis, « réutiliser une cuvette de WC de gamme standard permet de prévenir la production de ~ 55 à ~174 kg de CO2 eq. liée à la fabrication d'équipements neufs (phase de production uniquement) ».
 - D'après Opalis, « réutiliser un lavabo de gamme standard permet de prévenir la production de ~55 à ~104 kg de CO2 eq. liée à la fabrication de lavabos neufs (phase de production uniquement). »

2.2.2. Grille d'analyse

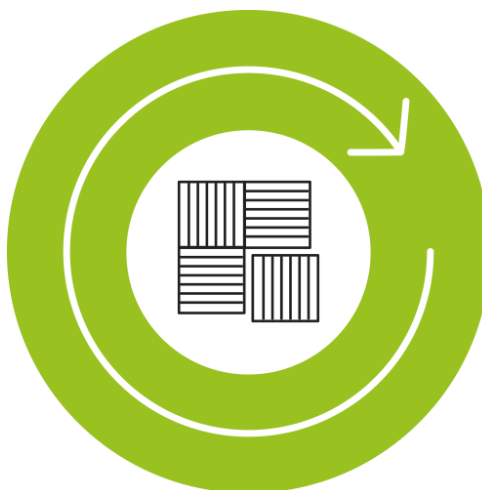
Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg		Le poids dépend des produits : Cuvettes et réservoirs < 55kg Receveur de douche > 55kg
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	x	Pour les cuvettes, réservoirs, lavabos, éviers, bidets et urinoirs cela dépend que comment le PEM a été posé, cela peut être entre 10-30min (peut également être plus long). Pour les receveurs de douche le minimum est entre 1 à 2h.
		Dépose moyennement longue		
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités		Très dépendant du type de bâtiment mais les gisements sont plus importants dans le tertiaire que dans le résidentiel.
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités	x	
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Il est important de suivre les instructions de dépose afin d'éviter l'arrachement.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	Cela peut être mieux si c'est un plombier mais ce n'est pas obligatoire.
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux	x	Les tests sont principalement visuels ou bien via une mise en eau.
		Moyennement couteux		
		Très couteux		
Préparation matière/ reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse	x	Quelques outils de manutention sont nécessaires pour porter les produits ainsi que l'achat d'une chaîne de reconditionnement pour bains nettoyants qui peut s'avérer couteux en termes de consommation d'eau.
		Opération pouvant être couteuse		
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)	x	Sur les cuvettes il n'y a pas de fort taux de perte à priori mais il serait nécessaire d'avoir de nombreux Retours d'Expérience qui l'attestent.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)		
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse	x	Ce sont les moyens de levage et de manutention qui seront les plus coûteux. L'investissement dépend de la politique des plateformes vis-à-vis de la santé des travailleurs.
		Moyennement couteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Cela dépend si cela advient avant ou après nettoyage. Une fois nettoyées les cuvettes sont plus vulnérables aux environnements extérieurs.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur		
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		Pour des cuvettes il est difficile d'en charger bcp mais il est possible de les mettre par étage sur une palette (pas plus de 3 étages) à raison d'une vingtaine sur une palette.
		Moyen	x	
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire		Dépend de la volonté, peut se faire sans mais si recours à des palettes il est nécessaire d'avoir un moyen de levage.
		Moyen minimum requis	x	
		Engin de levage	x	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Cela dépend du produit et de la gamme mais ce n'est pas une économie.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	x	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs	x	C'est un des PEM phare à réemployer. La filière se structure il y a de la place pour de nouveaux acteurs.
		Ecosystème d'acteurs limité		
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	Pour les cuvettes de WC il existe une demande.
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée	x	Il y a une forte appétence pour le produit malgré parfois quelques réticences sur la présence potentielle de défauts.
		Demande moyenne		
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles		L'abattant doit être adapté en fonction de la taille et de la forme des cuvettes réemployées. Pour les composants sanitaires il est possible de prendre des produits universels. Si le PEM est très spécifique comme une cuvette carrée cela est plus cher.
		Standard mais doivent être adaptées	x	
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Dépend du type de produit mais le réemploi permet d'économiser entre 50 et 100kg de CO2 eq. liée à la fabrication d'équipements neufs (phase de production uniquement).
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 4 : Grille d'analyse de la famille des appareils sanitaires en céramique

2.3. Les dalles de moquette

Les dalles de moquette considérées dans cette note sont des dalles de moquette touffetées à velours bouclé, mise en œuvre plombante amovible avec un produit de maintien (poissées), initialement en locaux de types bureaux (ou halls, circulations et locaux autres que les locaux annexes et les locaux techniques au sens du classement UPEC des locaux).

Ce type de moquette et le mode de pose, à savoir sans collage en plein ou sans collage à l'aide d'une colle permanente, est plus propice au réemploi, comme celles posées au moyen d'une bande adhésive. De plus, les dalles posées au moyen d'une bande adhésive ne sont pas visées. Les moquettes touffetées en dalles à velours coupé ne sont pas visées non plus, car elles présentent davantage de risque d'altération d'aspect (feutrage) et donc des possibilités de réemploi plus limitées.



2.3.1. Points importants

- Les dalles de moquette sont issues et souvent à destination de bâtiments tertiaires. Les grandes quantités permettent de proposer un lot uniforme aux acteurs. Il est compliqué à l'inverse de compléter des lots issus du réemploi par des produits neufs tout en gardant une uniformité.
- Il est important de ne pas négliger la phase de nettoyage. Elle permet d'augmenter le potentiel de réemploi des dalles de moquette et peut être coûteuse.
- Le soin apporté à l'empilement des dalles ainsi que le lieu de stockage sont importants pour maximiser leur potentiel de réemploi et préserver l'intégrité du produit.
- Il n'y a pas de modèle économique encore trouvé par des professionnels du secteur. Toutefois certains acteurs maîtrisent l'ensemble de la chaîne de valeur, l'automatisation du process de reconditionnement semble possible à mettre en œuvre.

2.3.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	
		Produit > 15 kg mais < 55kg		
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	x	Si la moquette est poissée et non collée cela est facile à déposer.
		Dépose moyennement longue		
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités	x	En général les opérations de dépose concernent plutôt les bâtiments de bureaux (donc plus de 200m²).
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités		
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose	x	Veiller à ne pas dégrader les bords de dalle lors de la dépose.
		Soin moyen		
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux	x	Les vérifications d'aspect, d'épaisseur et de dimensions sont possibles par le centre de reconditionnement mais les autres essais demandent de passer par un laboratoire spécialisé.
		Moyennement couteux	x	
		Très couteux		
Préparation matière/ reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse		L'opération de nettoyage avant dépose est assez importante en termes de coûts, elle nécessite un équipement pour les grandes surfaces.
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)		Un taux important de dalles ne passe pas la phase de tri.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)	x	
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse		Dépend du niveau d'automatisation souhaité.
		Moyennement couteuse	x	
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Il est nécessaire d'être vigilant à la palettisation pour ne pas écraser les angles. Il est conseillé d'empiler les dalles fibres contre fibres. Il faut essayer de limiter l'exposition aux UV et stocker dans un espace protégé et sec.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement		
		Doit être stocké en intérieur	x	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé	x	Les dalles de moquette s'empilent bien et ne prennent pas beaucoup de place.
		Moyen		
		Faible		
	Moyen de manutention/ levage	Peu de moyens sont nécessaires	x	
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage		
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf	x	Le modèle économique reste encore à trouver pour les acteurs mais le coût du produit réemployé est concurrentiel.
		Coût relativement identique		
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf		
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs	x	Il existe quelques acteurs dédiés uniquement aux moquettes sur le marché français ainsi que des plateformes multifiux.
		Ecosystème d'acteurs limité		
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		
		Demande moyenne	x	
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	C'est un produit standard mais il est difficile de compléter le stock avec des produits neufs équivalents sans risquer un effet patchwork.
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone		Il y a une économie carbone bien que plus faible que pour d'autres produits. L'économie de matière ainsi que les économies d'eau et d'énergie sont non négligeables.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone	x	

Figure 5 : Grille d'analyse de la famille des dalles de moquette

2.4. Les charpentes en bois (non industrielles)

Dans cette famille sont considérés les éléments en bois brut composant les charpentes non industrielles : les chevrons, la ferme de toit, les pannes et les solives. Le réemploi est envisagé dans cette note uniquement pour les éléments n'ayant pas subi de pollution (amiante, plomb, substance toxique...).



Crédits photo : bogubogu/shutterstock.com



Crédits photo : trek6500/shutterstock.com

2.4.1. Points importants

- Pour permettre un réemploi structurel des charpentes, il est essentiel de caractériser mécaniquement le bois de charpente. Les essais non-destructifs permettant de caractériser ce type de propriété sont très innovants et coûteux à réaliser. Dans l'état actuel, cela rend difficile l'accès à ces technologies à la filière et le niveau de compétence nécessaire pour maîtriser ces procédés est très élevé.
- Comparativement au bois classique (type résineux) le coût du réemploi est bien plus élevé. Toutefois, pour le bois noble (chêne, châtaigner, etc.), la différence de coût entre un bois réemploi et un bois neuf est souvent bien moins importante, le bois réemployé pouvant être moins élevée pour des pièces d'exception.
- Le gisement est très hétérogène d'un chantier à un autre selon le type de produit, la durée de vie en œuvre, l'entretien, Les modes de preuves à apporter dépendent donc fortement de l'état du gisement récupéré, ce qui fait donc varier le coût de reconditionnement.
- Il n'existe pas à ce jour de filière de réemploi d'éléments de charpente.

2.4.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg		Les éléments constitutifs des charpentes sont très variables en fonction de la charpente et de leur fonction au sein de celle-ci, leur poids peut aller de quelques dizaines à plusieurs centaines de kilos.
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg	x	
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide		Le temps peut être long pour l'étape de tri ou de référencement mais pas à la dépose.
		Dépose moyennement longue	x	
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités		
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités		
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose	x	Il faut faire attention à l'arrachage et utiliser de préférence des outils qui n'abiment pas le bois mais ce n'est pas un soin trop important.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux		La réalisation d'essais non destructifs permettant de déterminer les caractéristiques du bois sont très innovants et coûteux. Ces essais sont parfois plus poussés que pour le produit neuf.
		Moyennement couteux		
		Très couteux	x	
Préparation matière/ reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse	x	Cela dépend de la qualité du gisement : traitement préalable nécessaire, bois endommagé, ..
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse	x	
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)	x	Cela dépend des chantiers, manque de retours d'expérience.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)	x	
		Important (+ 30%)	x	
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse		
		Moyennement couteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Doit être stocké dans un environnement contrôlé, notamment le taux d'humidité et la température, comme pour le neuf.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement		
		Doit être stocké en intérieur	x	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		Pour éviter d'endommager le chargement il est nécessaire d'avoir un semi-remorque.
		Moyen	x	
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire		Les petites charpentes peuvent être déplacées à la main.
		Moyen minimum requis	x	
		Engin de levage	x	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Ce coût élevé est dû aux modes de preuves et au tri. Comparativement au bois plus classique (type résineux) le réemploi est bien plus élevé. Toutefois, comparativement au coût du bois noble (chêne, noyer) le coût du réemploi est relativement identique.
		Coût relativement identique		
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	x	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Il existe de nombreux acteurs mais pas d'industriels du réemploi.
		Ecosystème d'acteurs limité	x	
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée	x	Il existe une forte demande toutefois freinée par les modes de preuves nécessaires.
		Demande moyenne		
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Le bois de construction permet de séquestrer du carbone, en le réemployant il est évité que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 6 : Grille d'analyse de la famille des charpentes non industrielles en bois

2.5. Les radiateurs métalliques à eau

Les radiateurs à eau considérés dans cette catégorie sont en fonte ou en acier. Il sera fait état du réemploi des éléments du corps de chauffe et non des robinets et organes annexes des radiateurs (robinets thermostatiques, purgeurs, coudes, etc.) et accessoires de fixations.



Crédits photo : Peter Gudella/shutterstock.com



Crédits photo : Tomas Urbelionis/shutterstock.com

2.5.1. Points importants

- Ce produit est très demandé pour sa valeur patrimoniale, surtout en fonte.
- La chaîne de reconditionnement est relativement facile à monter. Elle ne demande pas un équipement ou un savoir-faire très spécifique.
- Il est parfois nécessaire de réadapter l'équipement aux systèmes de chauffe actuels qui fonctionnent à basse température, cela nécessite d'estimer la puissance du radiateur.
- Il existe une filière de réemploi de radiateurs. Une vingtaine d'acteurs sont positionnés sur ce PEM d'après le recensement Opalis.
- La taille du gisement est dépendante des types de bâtiments :
 - Logements sociaux/ barres d'immeubles : gisements qui peuvent compter + de 1000 radiateurs
 - Bâtiments tertiaires : autour de la centaine de produits
 - Logements haussmanniens ou parties de bâtiments : moins de 50 radiateurs

2.5.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg		Dépend des dimensions (nombres de panneaux, de modules) mais aussi du type de radiateurs : ceux en fonte minimum 50kg, mais en acier cela peut être inférieur entre 15 et 55kg.
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg	x	
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	x	Le nombre d'étapes est limité (moins de 10).
		Dépose moyennement longue	x	
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités	x	Cela dépend de la typologie des bâtiments, il y a des gisements plus importants dans les barres d'immeubles de logements collectifs ou dans le tertiaire. Moins dans les parties de bâtiment ou les logements individuels.
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités	x	
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		L'étape qui nécessite du soin est le démontage des raccords, pour éviter d'endommager les filetages des raccords.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	L'expertise nécessaire n'est pas complexe mais il faut réaliser les étapes dans l'ordre.
		Habilitation courante relative à un métier	x	
		Habilitation spécifique		
Caractérisation / Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux		Les essais thermiques nécessitent beaucoup plus de moyens que les essais d'étanchéité et de résistance. Ils ne sont pas obligatoires mais une approximation est possible s'il y a une volonté de faire comme préconisée par la norme.
		Moyennement couteux	x	
		Très couteux	x	
Préparation matière / Reconditionnement	Nettoyage / reconditionnement	Opération faiblement couteuse		Pour la fonte il y a une dizaine d'étapes de reconditionnement (dont certaines optionnelles) cela dépend de la qualité finale souhaitée. A priori plus d'étape sur les éléments en fonte qu'en acier.
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse	x	
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)		Nécessité de plus de retours d'expérience mais a priori le taux de perte est moyen.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)	x	
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse		Le reconditionnement nécessite du matériel pour les différentes étapes (décapage, désembouage, tests, peinture). Une partie peut se faire sur chantier si des moyens mis à disposition.
		Moyennement couteuse	x	
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Besoin d'être stockés sur palette, horizontalement ou verticalement et d'être protégés.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur		
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		S'ils sont transportés verticalement cela permet de charger plus de volume mais le chargement est lourd, volumineux et fragile.
		Moyen	x	
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire		Les radiateurs sont lourds donc prévoir au moins deux compagnons pour les déplacer.
		Moyen minimum requis	x	
		Engin de levage	x	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf	x	Cela dépend du type de radiateur, il y a un gain économique pour les radiateurs en fonte, moins sur ceux en acier.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf		
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Sur la partie reconditionnement il existe des acteurs structurés.
		Ecosystème d'acteurs limité	x	
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	Il n'existe plus d'usine de production de radiateurs en fonte en Europe. La présence de radiateurs en fonte modulaires et de qualité dans les bâtiments existants a généré un marché pour le réemploi.
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée	x	A priori c'est un produit qui fonctionne assez bien car facilement réemployable moyennant la réadaptation aux systèmes de chauffe actuels. Le radiateur en fonte a une forte valeur patrimoniale.
		Demande moyenne		
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	Pour les pièces détachées, il n'est pas toujours facile de trouver les accessoires de fixations au mur (type console) ou au pied en neuf sur mesure donc intérêt à les conserver.
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Absence de données disponible mais à priori forte économie sur la production (acier, fonte). Toutefois cela est à nuancer selon les distances parcourues par les radiateurs en vue de leur réemploi.
		Economie carbone moyenne	x	
		Faible économie carbone		

Figure 7 : Grille d'analyse de la famille des radiateurs à eau

2.6. Les armoires électriques et protections modulaires

Les PEM considérés dans cette famille sont les armoires et protections ayant déjà été mises en place in situ. Les produits non mis en œuvre ne sont pas considérés car reposent plutôt d'une démarche de déstockage.

Ces produits peuvent avoir été mis sous tension (énergisés) ou non.

L'armoire électrique est composée de l'enveloppe et de ses accessoires ainsi que des protections modulaires qui y sont intégrées.



Crédits photo: nelikdulatov/shutterstock.com



Crédits photo: Yarrrrrbright/shutterstock.com

2.6.1. Points importants

- Lorsque les protections modulaires n'ont pas été énergisées (mises sous tension) il est plus simple de les réemployer. Il est également possible de le faire pour des protections l'ayant été si elles ont bénéficié d'un suivi tracé afin d'avoir la garantie qu'elles pourront interrompre un défaut dans les conditions initiales définies par le constructeur.
- Certains centres de reconditionnement ont développé un protocole permettant de s'assurer que les protections modulaires sont réemployables.
- Les enveloppes des armoires électriques n'ont pas d'enjeu de fonctionnement lors de leur réemploi.
- Les protections modulaires sont des produits plutôt standards, il est possible de construire le tableau électrique adapté aux besoins du site de destination.

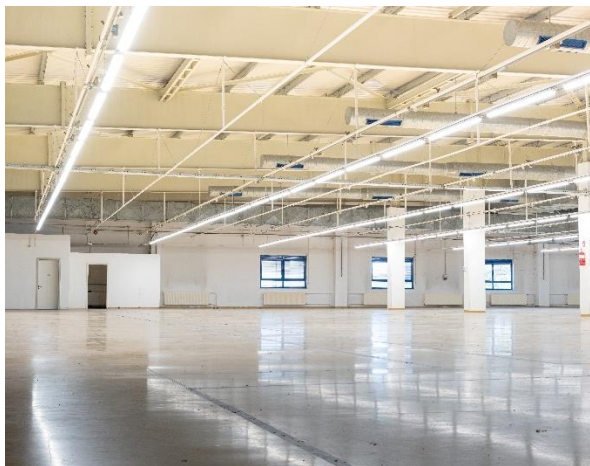
2.6.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	Le poids des protections modulaires est inférieur à 15kg. Pour l'enveloppe des armoires électriques elles sont entre 15 et 55kg dépendamment de l'usage
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	x	La dépose des protections modulaires est rapide. Celle de l'enveloppe l'est également.
		Dépose moyennement longue		
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités		Le gisement dépend du type de bâtiment (résidentiel individuel ou collectif, tertiaire). Il peut y avoir une ou plusieurs armoires électriques. Il y a plusieurs protections modulaires par armoires électriques, toutefois celles-ci peuvent avoir des rôles différents (parafoudres, disjoncteurs de plusieurs puissances, ..).
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités	x	
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Peut se faire à la main.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire		L'intervention sur une installation électrique doit se faire par du personnel formé et habilité. Un électricien pourra prendre en charge la dépose.
		Habilitation courante relative à un métier	x	
		Habilitation spécifique		
Caractérisati on/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux	x	A priori peu couteux, les éléments sont testés via une installation électrique.
		Moyennement couteux		
		Très couteux		
Préparation matière/ reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse	x	A priori pas ou peu de nettoyage, ces PEM ne sont pas très exposés à de la dégradation lors de leur vie en œuvre.
		Opération pouvant être couteuse		
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)	x	Pas de retours d'expérience dans le cadre du projet, il est compliqué de connaître le taux de perte. Pour l'enveloppe à priori le taux de perte semble faible.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)	x	
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse	x	Il n'y a pas d'importants nettoyage ou remise en état à réaliser.
		Moyennement couteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Pour les protections modulaires, il est conseillé un emballage individuel.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement		
		Doit être stocké en intérieur	x	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé	x	Un petit camion est nécessaire, il est facile à charger.
		Moyen		
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire	x	
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage		
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf	x	
		Coût relativement identique		
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf		
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Très peu d'acteurs sont présents sur le marché.
		Ecosystème d'acteurs limité	x	
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		Le réemploi de cette typologie de PEM commence tout juste.
		Demande moyenne		
		Demande faible	x	
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone		Absence d'informations.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 8 : Grille d'analyse de la famille des armoires électriques

2.7. Les luminaires

Les luminaires considérés dans cette note sont ceux utilisant une source lumineuse à LED, soit une lampe LED ou un module LED intégré (lampes à diodes électroluminescentes), ceux comportant une source lumineuse à fluorescence, tels que les tubes fluorescents ou une lampe fluorescente compacte, ceux comportant une lampe à incandescence et les lampes halogènes, ou ceux comportant tout autre lampe à décharge.



Crédits photo: Octavian Lazar/shutterstock.com



Crédits photo: New Africa/shutterstock.com

2.7.1. Points importants

- L'évolution réglementaire Européenne sur les exigences d'éco-conception et de la directive RoHS sur les substances dangereuses interdit à la vente les technologies halogènes, incandescentes et fluorescentes. Le réemploi de ces luminaires implique une transformation de la technologie.
- Il est important de s'assurer que les performances en matière d'efficacité énergétique des luminaires réemployés ne sont pas inférieures à celles d'un luminaire neuf qui serait installé dans le cadre d'une approche classique (pas de réemploi), afin de garantir que le réemploi ne compromet pas les objectifs de durabilité et d'économie d'énergie.
- Le réemploi et les étapes de reconditionnement ne sont pas les mêmes pour l'ensemble des luminaires. Le marché est plus développé pour le tertiaire car les produits sont standards et en grande quantité. Leur reconditionnement ne nécessite pas beaucoup d'étapes. Les luminaires plus spécifiques type « vintage » sont souvent en plus faible quantité et sont plus sensibles à manipuler. Il est souvent nécessaire de vider le luminaire et de refaire l'installation afin de le rendre compatible avec les exigences actuelles.
- Plusieurs options existent pour rendre un luminaire compatible avec les normes en vigueur :
 - Une option de relamping avec le kit compatible avec le produit d'origine et les normes ainsi qu'une certification, proposés tous deux par le fabricant. Toutefois ceci n'est pas disponible pour tous les produits.
 - Une deuxième option qui pourrait être moins chère, mais pas standardisée, qui consiste à faire du relamping sans le kit proposé par le fabricant. Celle-ci ne permet donc pas de certification du fabricant.
- L'opération de dépose est « viable » économiquement s'il y a beaucoup de luminaires à déposer et donc un gisement important et qu'ils ne doivent pas subir de relamping car l'opération de dépose unitaire prend du temps ainsi que l'ajout d'une étape de transport vers le lieu de relamping.
- De nombreux acteurs existent sur le marché.
- Certains acteurs essaient de standardiser la démarche, d'avoir des produits certifiés et de travailler avec les fabricants.

2.7.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	
		Produit > 15 kg mais < 55kg		
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide	x	Le temps de dépose varie en fonction du type de luminaires. Un luminaire standard sera plus rapide qu'un luminaire "vintage". S'il y a peu de luminaires, l'opération est peu intéressante économiquement car nécessite du temps.
		Dépose moyennement longue	x	
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités		Les quantités les plus importantes sont de l'ordre d'une trentaine ou quarantaine de produits. Plus la quantité est importante, plus les opérations de dépose sont viables économiquement.
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités	x	
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		La dépose suppose de suivre certaines étapes (ex : couper le courant électrique, regarder les fiches produits, ne pas endommager certains composants etc.).
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire		Il faut une habilitation spécifique à manipuler certains produits électrisés.
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique	x	
Caractérisation/ Fiabilité	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu coûteux	x	Des tests standards ont été proposés (tests basiques, tests spécifiques). Un test est réalisé par luminaire. Peut être réalisé par la personne en charge de la dépose (un électricien) s'il possède les équipements nécessaires.
		Moyennement coûteux		
		Très coûteux		
Préparation matière/ Reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement coûteuse		Lorsqu'il y a une opération de relamping cela peut être coûteux.
		Opération pouvant être coûteuse	x	
		Très coûteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)	x	Cela dépend du stockage et du transport.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)		
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu coûteuse	x	
		Moyennement coûteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Plus produit fragile, attention à la manutention.
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement		
		Doit être stocké en intérieur	x	
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		Il ne faut pas mélanger les flux, il s'agit ici de boîtes avec les luminaires rangés. Le transport se fait ensuite dans un camion pas nécessairement grand mais de manière soignée.
		Moyen	x	
		Faible	x	
	Moyen de manutention/ levage	Peu de moyens sont nécessaire	x	Pas besoin de moyens importants.
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage		
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Le coût varie en fonction du type de luminaire et de l'opération à réaliser (relamping, nettoyage, etc.).
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	x	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs	x	Il existe déjà de nombreux acteurs. Le réemploi se fait déjà très largement dans le résidentiel.
		Ecosystème d'acteurs limité		
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		Les nouveaux produits sur le marché ont des performances améliorées (moins consommation énergétique, exigence directive ecodesign etc.), les produits reconditionnés sont souvent installés dans les espaces techniques.
		Demande moyenne	x	
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	Soit standard réemployable en l'état. Soit nécessité de changer le système d'éclairage (relamping : dans ce cas plusieurs fabricants fournissent un kit de relamping pour leurs anciens produits).
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques	x	
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	En fonction de la matière dont est conçue le produit, le gain peut aller de 100 à 200kg CO2 eq. L'économie réalisée se trouve sur la phase de production.
		Economie carbone moyenne	x	
		Faible économie carbone		

Figure 9 : Grille d'analyse de la famille des luminaires

2.8. Les briques pleines de terre cuite

Dans cette famille sont considérées les briques pleines de terre cuite, pouvant avoir un usage structurel ou non-structurel.



Crédits photo: rodrigobark/shutterstock.com



Crédits photo: Adnan Zain Kautsar/shutterstock.com

2.8.1. Points importants

- La réemployabilité dépend très fortement du liant utilisé.
- Les tests réalisés dépendent de l'usage souhaité. Certains peuvent être réalisés par le centre de conditionnement lui-même, d'autres doivent être réalisés par des laboratoires spécialisés et accrédités.
- Le taux de perte en phase de tri est relativement important.
- L'équipement de nettoyage des briques n'est pas le plus coûteux, c'est le temps passé à nettoyer qui l'est. Des machines innovantes commencent à apparaître pour le nettoyage des briques qui pourraient réduire le temps nécessaire au nettoyage, le surcoût potentiel lié à l'investissement serait alors compensé.
- Même si l'offre n'est pas encore mature, il y a des dynamiques qui commencent à s'observer en France. Au sein du projet Life Waste 2 Build⁶ par exemple plusieurs acteurs souhaitent se lancer dans le réemploi de briques (foraines) et la demande émerge sur plusieurs projets.

⁶ [Life Waste2Build | Vente de matériaux \(plateforme-lifewaste2build.com\)](https://www.life-waste2build.com/)

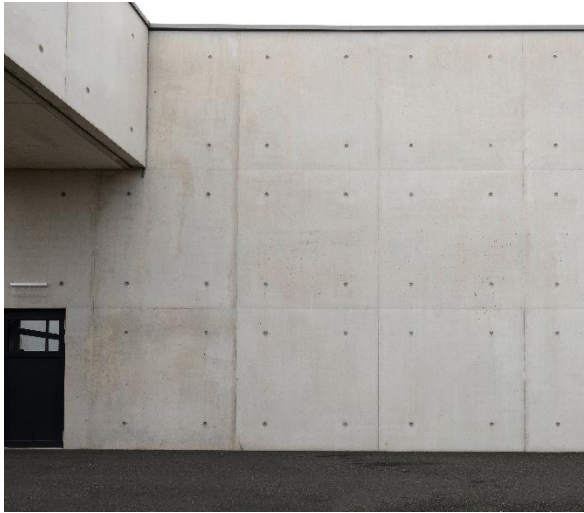
2.8.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	
		Produit > 15 kg mais < 55kg		
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide		Cela dépend du liant (si mortier ciment, dépose quasi impossible, si bâtard chaux/ciment, potentiellement possible, si chaux plus aisé). Plus que la dépose, c'est le nettoyage minutieux qui est très chonophage.
		Dépose moyennement longue		
		Dépose très chronophage	x	
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités	x	
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités		
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Certains types de briques (comme la brique foraine) peuvent être plus fragiles et le soin à apporter plus important.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilité	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux		Selon l'usage, différents tests sont nécessaires. Ils sont plus ou moins nombreux. Il est possible à terme de réduire le coût si moins de tests sont nécessaires
		Moyennement couteux		
		Très couteux	x	
	Nettoyage/reconditionnement	Opération faiblement couteuse		Le coût est dépendant de la technique utilisée, plusieurs techniques existent: aérogommage, au burineur, électrique, à la brosse manuelle ..
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)		Le taux de perte est fortement lié au mode de dépose. Plus la dépose est soignée, plus le taux de perte est faible. Pour une dépose à la main le taux de perte est plus faible mais toujours plus élevé que 10%.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)		
		Important (+ 30%)	x	
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse	x	L'équipement utilisé est assez basique. Il s'agit surtout de mettre en oeuvre une solution pour le nettoyage.
		Moyennement couteuse		
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		Il est préférable de les stocker à l'abri des intempéries, et à l'abri des remontées d'humidité du sol. La palettisation des briques est facile
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur		
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé	x	
		Moyen		
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire		Un transpalette est nécessaire mais pas nécessaire d'avoir un équipement supplémentaire.
		Moyen minimum requis	x	
		Engin de levage		
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Pour l'instant le coût du réemploi est plus élevé dû aux importantes pertes en phase de tri mais il devrait être possible d'arriver à iso coût à terme.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	x	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Le sourcing est essentiellement en Belgique car en France il y a peu d'acteurs, l'offre n'est pas encore mature.
		Ecosystème d'acteurs limité	x	
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée	x	La demande est élevée, la brique de réemploi est très appréciée.
		Demande moyenne		
		Demande faible		
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles		Pas de pièces détachées en tant que telles, les briques ayant des dimensions standardisées, il sera aisée d'en remplacer une ou plusieurs si nécessaire.
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Pour la brique le gain par m² de mur porteur est d'environ 40kg CO² eq.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 10 : Grille d'analyse de la famille des briques pleines

2.9. Les bardages en tuiles de terre cuite et béton, panneaux fibres-ciment, ardoises fibres-ciment et naturelles

Les éléments de bardages considérés dans le projet SPIROU sont les tuiles en terre cuite, les tuiles en béton, les panneaux fibres -ciment, les ardoises fibres-ciments et les ardoises naturelles.



Crédits photo: pics of my life/shutterstock.com



Crédits photo: luchschenF/shutterstock.com

2.9.1. Points importants

- Ces produits présents en grande quantité sur les chantiers (comme les briques).
- Ces produits sont fragiles donc la dépose doit être minutieuse et le taux de perte est potentiellement important (toutefois il n'y a pas de données ni de retours d'expérience), il dépend du matériau et du type de fixation.
- Les tests réalisés dépendent de l'usage souhaité. Certains peuvent être réalisés par le centre de reconditionnement d'autres par un laboratoire spécialisé.
- Un nettoyage peut être nécessaire en fonction des conditions qu'a subi l'élément. Ce n'est pas complexe, mais est consommateur de temps et de ressources (eau par exemple ou autre nettoyant). C'est pourquoi il est essentiel d'effectuer un diagnostic précis afin d'optimiser le sourcing, de minimiser les traitements, et par conséquent de réduire les coûts.
- Il est important de vérifier les dates de fabrication pour les panneaux en fibres-ciment afin de s'assurer qu'ils ne contiennent pas d'amiant (si fabriqués avant 1997).
- Il n'existe pas de filière pour ce produit. Ni même d'acteurs clairement identifiés. Toutefois certains acteurs manifestent de l'intérêt pour ce PEM.

2.9.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	Tout dépend des PEM considérés et des dimensions du produit choisi : une tuile ou un panneau de fibre ciment ne pèsera pas le même poids
		Produit > 15 kg mais < 55kg	x	
		Produit > 55kg	x	
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide		Dépend du type de fixation et de la typologie de produits
		Dépose moyennement longue		
		Dépose très chronophage	x	
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités	x	
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités		
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Les PEM sont fragiles pour la plupart, il est nécessaire de les déposer avec soin.
		Soin moyen		
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose	x	
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire		Recommandé/conseillé d'avoir une expertise sur la pose du bardage pour la dépose.
		Habilitation courante relative à un métier	x	
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilisation	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux		Les essais concernant les caractéristiques dimensionnelles sont peu couteux. Ceux concernant la résistance au vent peuvent l'être un peu plus. Des essais plus poussés peuvent être réalisés s'il est souhaité de vérifier les performances similairement aux PEM neufs.
		Moyennement couteux	x	
		Très couteux		
Préparation matière/ Reconditionnement	Nettoyage/ reconditionnement	Opération faiblement couteuse	x	Peu d'étapes de reconditionnement. Dépend de la qualité souhaitée et de l'état initial du gisement. Peut nécessiter une étape supplémentaire de finition.
		Opération pouvant être couteuse	x	
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)		Pas de retours d'expérience.
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)		
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse	x	Peut être moyennement couteux si la plateforme s'équipe des moyens adaptés pour réaliser les essais de contrôle (vérification des performances).
		Moyennement couteuse	x	
		De gros investissements sont à prévoir		
Logistique	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur		
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		Empilement vertical limité vis-à-vis de la fragilité des produits
		Moyen	x	
		Faible		
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaires		Echafaudage et/ou nacelle pour déposer. Transpalette pour déplacer le gisement.
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage	x	
Marché	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Manque de retours d'expérience.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf		
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Pas à notre connaissance.
		Ecosystème d'acteurs limité		
		Absence d'écosystème d'acteurs	x	
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		Il commence à y avoir des demandes, une potentielle croissance est à venir.
		Demande moyenne		
		Demande faible	x	
	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	Dépend de la matérialité du PEM.
		Economie carbone moyenne	x	
		Faible économie carbone		

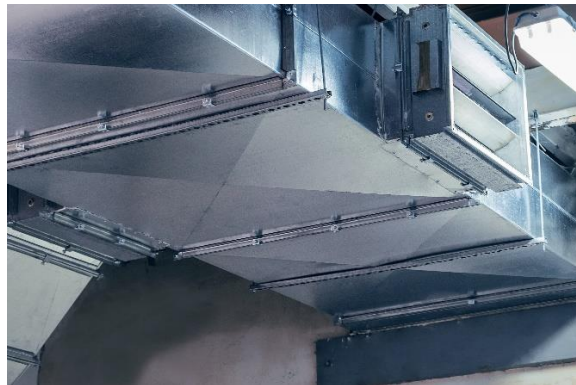
Figure 11 : Grille d'analyse de la famille des bardages minéraux

2.10. Les conduits de ventilation rigides circulaires spiralés en acier galvanisé

Les conduits de ventilation rigides en acier galvanisé considérés dans cette note sont des éléments prélevés indifféremment sur un réseau de soufflage ou d'extraction. Ils peuvent provenir soit de l'intérieur du bâtiment (en volume chauffé ou non chauffé), soit d'une partie du réseau placée à l'extérieur (par exemple, un réseau collecteur horizontal sur toiture étanchée).



Crédits photo : Aleks Kend/shutterstock.com



Crédits photo : Dmitriy Kuznetsov/shutterstock.com

2.10.1. Points importants

- À ce jour, il n'y a pas de filière de réemploi existante pour ce produit. Toutefois une demande existe.
- Les conduits sont volumineux et cela occupe de l'espace « vide » lors du transport.

2.10.2. Grille d'analyse

Etapes	Critère	Notation	Note	Commentaires
Opérations de dépose	Manutentionnabilité	Produit < 15kg	x	
		Produit > 15 kg mais < 55kg		
		Produit > 55kg		
	Temps de dépose de l'élément	Dépose rapide		Le temps de dépose est variable en fonction de l'accessibilité (hauteur, si en faux plafond, etc.).
		Dépose moyennement longue	x	
		Dépose très chronophage		
	Taille du gisement unitaire potentiel par chantier	Gisement important + 50 unités	x	Dans le cas de bâtiments tertiaire.
		Gisement moyen entre 50 et 10 unités		
		Faible gisement - 10 unités		
	Soin nécessaire à la dépose	Peu de soin est nécessaire à la dépose		Attention à ne pas le déformer.
		Soin moyen	x	
		Bcp de soin doit être apporté à la dépose		
	Habilitation spécifique pour la dépose	Aucune habilitation nécessaire	x	
		Habilitation courante relative à un métier		
		Habilitation spécifique		
Caractérisation/ Fiabilité	Coûts des modes de preuves (essais)	Peu couteux	x	Un investissement initial est nécessaire pour le matériel de mesure mais au-delà le coût par mesure n'est pas élevé.
		Moyennement couteux		
		Très couteux		
	Nettoyage/reconditionnement	Opération faiblement couteuse	x	
		Opération pouvant être couteuse		
		Très couteuse		
	Taux de perte en phase de tri après la dépose	Faible (moins de 10% du stock)		
		Moyen (entre 10 et 30 % du stock)	x	
		Important (+ 30%)		
	Coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement	Chaîne de reconditionnement peu couteuse		L'équipement nécessaire est un système de nettoyage de marquage et de palettisation.
		Moyennement couteuse	x	
		De gros investissements sont à prévoir		
Préparation matière/ Reconditionnement	Spécificité du stockage	Peut être stocké dans tout type d'endroit		
		Besoin d'être protégé des intempéries uniquement	x	
		Doit être stocké en intérieur		
	Taux de remplissage du moyen de transport	Elevé		Dû au format des conduits, il est difficile d'optimiser le transport car le taux de chargement n'est pas maximisé (beaucoup d'air pour peu de matière).
		Moyen		
		Faible	x	
	Moyen de manutention/levage	Peu de moyens sont nécessaire	x	
		Moyen minimum requis		
		Engin de levage		
Logistique	Coût neuf vs réemploi	Coût réemploi inférieur à l'équivalent neuf		Peu de retours d'expérience. Certains produits ont été vendus moins chers que du neuf.
		Coût relativement identique	x	
		Coût beaucoup plus élevé que l'équivalent neuf	x	
	Existence d'un écosystème d'acteurs déjà sur le marché	Présence d'un écosystème d'acteurs		Il n'existe a priori à ce jour que quelques expérimentations.
		Ecosystème d'acteurs limité	x	
		Absence d'écosystème d'acteurs		
	Existence d'une demande pour ce PEM neuf	Forte demande	x	
		Demande moyenne		
		Peu/pas de demande		
	Existence d'une demande pour ce PEM réemployé	Demande élevée		
		Demande moyenne		
		Demande faible	x	
Marché	Accessibilité aux pièces détachées (si nécessaires)	Standards et universelles	x	Un des critères de sélections des produits sur plateforme est la compatibilité avec les accessoires de raccordement.
		Standard mais doivent être adaptées		
		Pièces détachées très spécifiques		
	Economie carbone sur ce produit	Forte économie carbone	x	D'après certains acteurs, les conduits peuvent représenter jusqu'à 15-20 % du bilan carbone du lot CVC dans le tertiaire.
		Economie carbone moyenne		
		Faible économie carbone		

Figure 12 : Grille d'analyse de la famille des conduits de ventilation

3. Analyse générique

La transition environnementale et les dernières avancées réglementaires (loi AGECL, RE2020, LTECV, etc.) incitent au réemploi de PEM. De nombreuses filières se sont alors développées pour répondre à ces exigences. Au cours de ce projet, certains de ces acteurs ont été consultés. Ces échanges ont permis de faire apparaître différentes structurations et profils d'acteurs au sein de chacune de ces filières, ainsi que les stratégies déployées.

Pour développer leur résilience face à l'essor de l'économie circulaire et à la diminution du recours à des produits neufs, certains fabricants de PEM neufs ont fait le pari de développer leur propre filière de réemploi afin de maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeur de leurs produits. Ils sont en mesure d'effectuer les tests adéquats et de garantir à leur client que le produit est propice à l'emploi.

Au-delà d'attester de son positionnement sur ce marché, l'industriel peut également espérer une économie sur la matière première. Toutefois, il doit re-tester les PEM et les reconditionner. Le développement de cette filière est conditionnel au coût des opérations combinées qui ne doit pas, une fois le process optimisé, excéder le coût de fabrication du produit neuf.

Attention cependant au biais visant à considérer la vente par des industriels de produits de fin de série ou plus mis sur le marché et n'ayant jamais été mis en œuvre, comme étant du réemploi de PEM et non comme du déstockage.

D'autres acteurs, se positionnent sur une à plusieurs étapes ou bien l'ensemble de la chaîne de valeur (comme la dépose, le nettoyage, la revente) pour un PEM ou plusieurs. Ces acteurs sont de maturité variable. Il peut s'agir d'une plateforme de reconditionnement déjà existante et implantée, souhaitant s'ouvrir à plusieurs PEM ou d'un acteur qui se spécialise et développe les compétences et l'infrastructure nécessaire pour être en mesure de se professionnaliser.

L'analyse a permis de mettre en avant que certains PEM bénéficient d'une filière déjà bien structurée, tandis que pour d'autres tout reste à construire.

Les 10 familles choisies dans le cadre du projet SPIROU ont un fort potentiel de réemploi. Toutes présentent également un potentiel économique, néanmoins celui-ci varie selon le PEM. L'ensemble des facteurs analysés dans cette étude (manutentionnabilité, temps de dépose de l'élément, taille du gisement unitaire par chantier, soin nécessaire à la dépose, habilitation spécifique pour la dépose, coût des modes de preuve, nettoyage, taux de perte en phase de tri, coût d'investissement dans une chaîne de reconditionnement, spécificité du stockage, taux de remplissage du moyen de transport, moyen de manutention, coût neuf vs coût réemploi, existence d'un écosystème d'acteurs, existence d'une demande pour ce PEM neuf, existence d'une demande pour ce PEM réemployé, accessibilité aux pièces détachées, économie carbone sur ce produit) ont un impact sur le développement économique, toutefois plusieurs schémas existent, c'est pour cette raison qu'ils n'ont pas été hiérarchisés entre eux. Pour certains PEM, il s'agit de la forte demande qui existe due à la valeur patrimoniale du produit ou bien à l'économie carbone réalisée en le réemployant comparativement au recours à un produit neuf. Pour d'autres, il peut s'agir de la facilité de dépose, nettoyage et remise en état permettant de pouvoir le revendre à un prix maîtrisé, parfois plus avantageux que celui du neuf. L'économie d'échelle via une massification des quantités traitées peut également contribuer à réduire les coûts. Enfin, des facteurs d'acceptabilité sociale et d'assurabilité jouent également un rôle essentiel dans la demande du produit. En effet, plus le produit présente un enjeu lié à la sécurité des personnes, qu'il soit d'ordre sanitaire, structurel ou incendie, plus il y a un risque identifié pour les MOA et un besoin de garantie de la part des acteurs du reconditionnement.

Le coût des tests à réaliser est parfois très élevé ce qui freine le développement de filière. Cependant, certaines filières jusqu'ici identifiées comme non viables économiquement, pourraient le devenir si le coût de reconditionnement baisse. L'industrialisation des étapes, la validation d'un process par les fabricants ou la validation par la filière d'essais simplifiés et reconnus par les assureurs peut contribuer à réduire les coûts et à donner confiance aux MOA. Les hypothèses prises dans les notes méthodologiques du projet SPIROU pour dimensionner les essais sont conservatoires, les retours d'expérience de plus en plus nombreux, viseront à les alléger. La mise en place d'un observatoire de l'évolution des coûts de ces PEM réemployés pourrait permettre d'affiner ces observations. De plus, cette évolution pourrait être mise en parallèle de celle de la dépose soignée, dont les coûts se sont stabilisés ces dernières années avec l'augmentation de la demande, après avoir connu une grande variabilité et hétérogénéité lorsque le marché était encore émergent.

De nombreux facteurs peuvent impacter le développement du modèle économique d'une filière de réemploi de PEM. Certains sont intrinsèques au produit tandis que d'autres viennent du contexte conjoncturel ou de facteurs extérieurs. Il est important de tous les considérer lors de la structuration économique d'une activité de réemploi.

Références bibliographiques

ADEME, Juillet 2015. Evaluation de la viabilité économique d'une filière de pièces détachées de réemploi et élaboration d'un schéma de fonctionnement.

ADEME, Octobre 2017. Analyse technico-économique de structures de réemploi et / ou de réutilisation en France.

FFB, Juin 2021. Etude REx chantiers sur le réemploi dans le bâtiment.

IFPEB, Octobre 2023. Equation économique du réemploi dans le bâtiment.

Ministère de la transition écologique, Février 2021. RE 2020, Eco-construire pour le confort de tous.

Index des tableaux et figures

TABLEAUX

Tableau 1 : Grille générique d'analyse	12
--	----

FIGURES

Figure 1 - Familles de PEM sélectionnées pour les travaux du projet SPIROU	5
Figure 2 - Plafonds à respecter selon le type de logement, indiqués en kgCO ₂ eq/m ² /an.	10
Figure 3 - Grille d'analyse de la famille des blocs-portes	14
Figure 4 - Grille d'analyse de la famille des appareils sanitaires en céramique	16
Figure 5 - Grille d'analyse de la famille des dalles de moquette	18
Figure 6 - Grille d'analyse de la famille des charpentes non industrielles en bois	20
Figure 7 - Grille d'analyse de la famille des radiateurs à eau	22
Figure 8 - Grille d'analyse de la famille des armoires électriques	24
Figure 9 - Grille d'analyse de la famille des luminaires	26
Figure 10 - Grille d'analyse de la famille des briques pleines	28
Figure 11 - Grille d'analyse de la famille des bardages minéraux.....	30
Figure 12 - Grille d'analyse de la famille des conduits de ventilation	32

Sigles et acronymes

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AFPIA : Association pour la Formation Professionnelle dans les Industries de l'Ameublement

AGEC : Anti-Gaspillage pour une Economie Circulaire

FFB : Fédération Française du Bâtiment

IFPEB : Institut Français pour la Performance du Bâtiment

LTECV : Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte

MOA : Maitrise d'Ouvrage

MOE : Maitrise d'œuvre

PEM : Produits, équipements et matériaux

PMR : Personne à Mobilité Réduite

RE2020 : Règlementation Environnementale 2020

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, de l'énergie, du climat et de la prévention des risques et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

ANALYSE DES FACTEURS CLES POUVANT IMPACTER LE DEVELOPPEMENT DES FILIERES DE REEMPLOI

Résumé : La pratique de réemploi dans le secteur du bâtiment reste marginale à l'heure actuelle. La massification de la démarche doit se structurer, entre autres, via le développement de centres de reconditionnement, démontrant un process reconnu de requalification et de justification des performances des Produits, Equipements et Matériaux.

Le but de cette analyse est d'étudier sur les différentes étapes du processus, les facteurs pouvant impacter la viabilité économique du réemploi de chacune des 10 familles, permettant d'identifier ceux qui pourraient favoriser ou contraindre son développement.

Ce document est à destination d'acteurs qui souhaitent s'orienter dans l'activité de reconditionnement, afin d'accompagner le développement sécurisé de ces filières tant sur l'aspect technique qu'économique.