LE BATI BRUXELLOIS SOURCE DE NOUVEAUX MATERIAUX

Cadre technique des matériaux de réemploi : Comment justifier les performances techniques des matériaux de réemploi ?

Mai 2021

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Union Européenne
Fonds Européen de Développement Régional
Europese Unie
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

UCLouvain

cstc.be
Recherche • Développe • Informe

R O T O

VUB VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

LE BATI BRUXELLOIS SOURCE DE NOUVEAUX MATERIAUX

Auteurs :
Florence Poncelet (CSTC), Jeroen Vrijders (CSTC)

Personne de contact :
Florence Poncelet (CSTC)
florence.poncelet@bbri.be

Nous tenons à remercier nos partenaires de recherche notamment Sophie Trachte (UCL), Émilie Gobbo, Waldo Galle (VUB), Niels de Temmerman (VUB), Michaël Ghyoot (Rotor), ainsi que les partenaires supports de ce projet : Bruxelles Environnement, le CDR-Construction, Batigroupe et Les Petits Riens, CCBC et Innoviris

Nous remercions également nos collègues ayant contribué à l'élaboration de ce document et des fiches produit-application : Eric Winnepenninckx, Stijn Mertens, Audrey Skowron, Véronique Vanwelde, Benoit Poncelet, Christophe Delmotte, Loredana Moro, Edwige Noirfalisse, Antoine Tilmans, Debby Wuyts, Charlotte Crispin, Tom Haerinck, Sven Eeckhout, Stéphane Charron et Evelyne Nguyen, ainsi que nos anciens collègues Ambroise Romnée et Morgane Deweerdt pour leurs apports au projet et à ce document.

Cette recherche a bénéficié du support financier du Fonds européen de développement régional (Feder), et de celui de la Région de Bruxelles-Capitale pour le projet de recherche *Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux (BBSM)*.

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Union Européenne
Fonds Européen de Développement Régional
Europese Unie
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

UCLouvain

cstc.be
Recherche • Développe • Informe

ROTOR

VUB VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

Avertissement

Ce document présente une procédure visant à justifier les performances techniques des matériaux de réemploi. Il est accompagné de série de fiches produit-application appliquant cette procédure à différents matériaux de réemploi.

La procédure, ainsi que les méthodes d'évaluation des performances qui sont décrites décrite dans ce document et dans les fiches annexes, n'ont pas été validées par le secteur et sont à considérer comme des pistes d'exploration. Ces documents sont le résultat d'un programme de recherche, et n'ont pas le statut d'un document officiel du CSTC.

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir !
Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Union Européenne
Fonds Européen de Développement Régional
Europese Unie
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

UCLouvain

cstc.be
Recherche • Développe • Informe

VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

Table des matières

Introduction 5

A. Cadre technique des matériaux de construction neufs et de réemploi 6

1. Cadre technique des matériaux neufs 6

1.1 Qualité des produits de construction 6

1.2 Mise sur le marché des produits de construction 7

2. Constats et postulat pour les matériaux de réemploi 11

2.1 Similarités avec les matériaux neufs 11

2.2 Particularités du réemploi 11

2.3 Postulat 13

B. Procédure de justification des performances techniques des matériaux de réemploi 15

1. Concepts 16

1.1 Application visée 16

1.2 Gisement 16

2. Etapes 18

2.1. Identification des exigences relatives à l'application visée 20

2.2. Analyse de l'état et de l'historique du produit 21

2.3. Détermination des méthodes d'évaluation nécessaires 25

2.4. Evaluation des performances techniques 26

C. Les acteurs et les responsabilités 38

1. Responsabilités lors de la mise sur le marché, la prescription et l'installation de matériaux de construction 38

2. Responsabilités lors de la justification des performances techniques des matériaux de réemploi 39

D. Application de la procédure à des produits spécifiques 41

E. Conclusion 44

Bibliographie 46

Introduction

Une tendance au réemploi des matériaux se fait actuellement ressentir dans le secteur de la construction. La réutilisation notamment de briques, de dalles de pierre naturelle, d'isolants, de finitions intérieures de bureaux ou encore d'armatures devient une pratique de plus en plus courante, et le développement des filières de réemploi figure parmi les objectifs de l'Europe ou encore de la région de Bruxelles-Capitale.

Le réemploi comporte en effet de nombreux avantages. Il permet non seulement d'éviter l'extraction de ressources naturelles, de diminuer l'impact environnemental du secteur de la construction lié notamment à la production de nouveaux produits et au traitement des déchets, mais permet également de développer l'économie locale en misant sur la valeur de la main d'œuvre et la conservation de la valeur des produits existants, tout en préservant les valeurs culturelles ancrées dans les bâtiments.

Cependant, certains freins font obstacle à la généralisation du réemploi comme pratique courante. Parmi eux, l'incertitude concernant les performances techniques de ces matériaux empêche encore des acteurs de franchir le pas. Des inconnues concernant les garanties et les responsabilités posent question dans un secteur de la construction encore organisé dans une logique de production linéaire. Pour que les différents acteurs puissent accorder autant de confiance dans ces produits que dans des produits neufs, il semble donc nécessaire d'établir un cadre technique adapté aux matériaux de réemploi et de développer de nouvelles méthodes pour déclarer ou démontrer leurs performances.

La première partie de ce document introduit le cadre technique et normatif des produits de construction, essentiellement prévu pour les produits neufs, étudie les particularités du réemploi et formule un constat concernant ce dernier. La deuxième partie présente une procédure de justification des performances techniques des matériaux de réemploi, afin de contrer les incertitudes liées au manque d'information technique concernant les matériaux récupérés. La troisième partie commente brièvement les responsabilités des différents acteurs lors du processus de récupération jusqu'à la remise en œuvre des matériaux.

A. Cadre technique des matériaux de construction neufs et de réemploi

1. Cadre technique des matériaux neufs

1.1 Qualité des produits de construction

L' « International organization for standardization » (ISO) définit la qualité comme « l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un produit (…), à satisfaire des exigences » [1]. Les exigences qui concernent les produits de construction sont liées à l'usage qui en sera fait. Cela peut être traduit par la notion de « fitness for use », c'est-à-dire l'aptitude d'un produit ou d'un service à l'usage pour lequel il est destiné ou aptitude à l'emploi [2].

Les exigences que doivent atteindre les produits de construction sont déterminées de différentes façons.

Le RPC (Règlement des Produits de Construction) définit certaines exigences que doivent satisfaire les ouvrages de construction. Ce règlement stipule que les ouvrages de construction doivent satisfaire à 7 exigences qui se rapportent à la sécurité des ouvrages et à la santé des occupants :

- résistance mécanique et stabilité
- sécurité en cas d'incendie
- hygiène, santé et environnement
- sécurité d'utilisation et accessibilité
- protection contre le bruit
- économie d'énergie et isolation thermique
- utilisation durable des ressources naturelles

Ces 7 exigences ont pour fonction de regrouper des « caractéristiques essentielles », qui quant à elles se rapportent aux produits [3]. Une caractéristique est définie comme « essentielle » au sens du RPC lorsqu'elle est requise dans au moins un État membre pour les produits pour lesquels une norme harmonisée ou un EAD (*European Assessment Document*) est établi. La désignation « essentielle » vise donc avant tout l'harmonisation entre les pays, mais ne signifie pas nécessairement que cette caractéristique est importante techniquement, ni pertinente en Belgique. Les dispositions mettant en œuvre les exigences du RPC sont en effet du ressort de chaque État membre. Ces derniers ont la possibilité de

développer des mesures de mise en œuvre de ces exigences pour les ouvrages via des législations nationales [4]. De tradition très libérale en la matière, la Belgique (qui peut se traduire au niveau fédéral, régional voire communal) s'en réfère depuis toujours à la responsabilisation des acteurs et ne se révèle généralement contraignante que pour des prestations particulières, telles que le comportement au feu, l'accessibilité ou encore la performance énergétique des ouvrages [5].

D'autres exigences, non fondamentales au sens du RPC, et concernant ou non l'aptitude à l'usage des produits, peuvent également être exigées par les maîtres de l'ouvrage ou les prescripteurs par le biais des cahiers des charges. Ces derniers définissent un certain nombre de règles pratiques à adopter pour la conception, le choix et les performances des matériaux, équipements et systèmes. Ils servent donc de support de prescription aux différents corps de métier du bâtiment d'une certaine qualité d'ouvrage et de produits. Les cahiers des charges peuvent faire référence à des normes, qui reflètent les règles de bonne pratique applicables à un produit, un procédé ou un service, et donc, de qualité technique [6]. Les Spécifications Techniques (STS) sont des outils d'aide pour l'établissement des cahiers des charges. Elles énoncent à la fois les exigences réglementaires applicables aux produits utilisés sur les chantiers belges et toutes les exigences non réglementées, mais déterminantes pour l'aptitude à l'emploi et la durabilité des ouvrages [5].

Les clauses décrites dans les cahiers des charges peuvent également détailler les modes de mise en œuvre souhaités de ces matériaux. Une des particularités des produits de construction réside en effet dans le fait que les produits livrés doivent encore être mis en œuvre. La qualité finale de l'ouvrage dépendra donc également de la mise en œuvre ou de l'installation des produits de construction. Les Notes d'Informations Techniques (NIT) sont des guides permettant de prescrire correctement les ouvrages et de les mettre en œuvre dans les règles de l'art [5].

1.2 Mise sur le marché des produits de construction

La commercialisation des produits de construction neufs est régie par une série d'étapes règlementées. Outre certaines exigences à atteindre, la manière dont les performances des produits doivent être évaluées et déclarées est également fixée.

Evaluation des performances

Les normes harmonisées servent à prouver que les produits ou services respectent les prescriptions techniques de la législation européenne correspondante [7]. Elles décrivent ou définissent :

- les méthodes et critères d'évaluation des performances des produits de construction correspondant à leurs caractéristiques essentielles ;
- le contrôle de la production en usine à effectuer : le producteur a l'obligation de mettre en place et d'entretenir un système de contrôle de la production en usine (FPC – Factory Production Control) [5] ;
- les détails techniques nécessaires à la mise en œuvre du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP) [8]. Elles déterminent ainsi, selon les caractéristiques (essentielles), quel acteur doit réaliser les contrôles périodiques, les différents essais et évaluation des performances, les inspections et surveillance de l'usine, etc. Ces différentes tâches incomberont soit aux fabricants, soit à des organismes notifiés (laboratoires, organismes d'inspection ou organismes de certification).

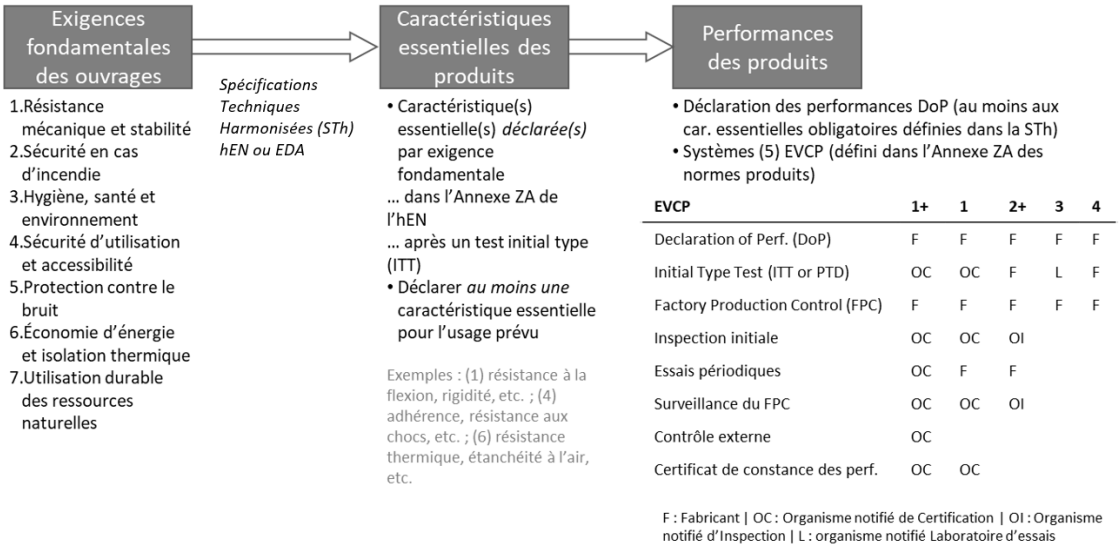


Figure 1 : Processus d'évaluation et de vérification de la constance des performances des matériaux de construction selon le RPC

Déclaration de performances

Lorsqu'un produit est couvert par une norme harmonisée européenne, le fabricant a l'obligation d'établir une déclaration des performances, décrivant les performances d'au moins une caractéristique essentielle en rapport avec l'usage prévu. Il s'assurera aussi que le produit puisse être commercialisé en déclarant les performances requises règlementairement dans les pays auxquels le produit est destiné.

Les performances devront être exprimées en niveau (valeur numérique, résultat de l'évaluation des performances), en classe (intervalle de niveaux de performance, délimité par une valeur minimale et une valeur maximale) ou au moyen d'une description [3]. Elles auront été évaluées selon les indications des normes harmonisées correspondant au produit et à l'usage visé.

Des fiches techniques fournies par les fabricants peuvent décrire d'autres performances que celles demandées par la règlementation. Ces fiches techniques permettent de s'assurer que les propriétés du matériau correspondent aux exigences du cahier des charges, en plus des règlementations en vigueur. Elles indiquent d'habitude de quelle manière les performances ont été mesurées, que ce soit selon une norme, une prescription technique ou encore un agrément technique.

Marquages et labels de qualité

Si le produit est couvert par une norme harmonisée ou une évaluation technique européenne, le producteur a l'obligation d'établir une déclaration des performances et d'apposer le marquage CE à ses produits. En établissant la déclaration des performances et en apposant le marquage CE, le fabricant assume la responsabilité de la conformité de son produit avec les performances déclarées [9]. Le marquage CE est donc une obligation réglementaire pour légitimer la mise sur le marché de bon nombre de produits de construction. Il se limite à une simple déclaration du fabricant. Il est à distinguer des labels de qualité volontaires (BENOR, ATG, …) [5].

Les labels de qualité volontaires témoignent, à l'inverse, de l'engagement des fabricants à atteindre un plus grand nombre de performances et impliquent nécessairement l'intervention d'un organisme tiers de certification, qui vérifie régulièrement la bonne application des contrôles de qualité internes par le fabricant et la conformité de ses produits aux exigences du marché belge. Ces labels de qualité présentent l'avantage d'accroître le niveau de confiance du fait qu'une tierce partie vérifie régulièrement sur place si le fabricant applique un système de contrôle interne de la qualité, garantissant les performances et la constance de la production [5].

hEN : Norme Européenne harmonisée | EAD : Document Evaluation Européen (hEN et EAD sont deux Spécifications Techniques harmonisées)| PTD : Détermination du Produit Type | DoP : Déclaration des Performances | FPC : Factory Production Control system | ETA : Evaluation Technique Européenne | PTV : Prescription Technique (émise par les organisations sectorielles (OSO) | NBN : Norme Belge | CDC : Cahier Des Charges types | STS : Spécification Technique | NIT : Note d'Information Technique

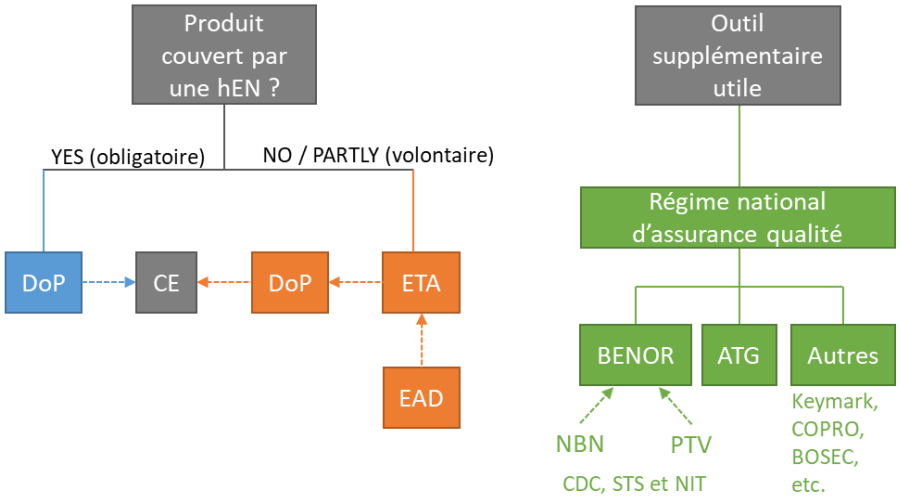


Figure 2 : Marquage des produits de construction et labels de qualité volontaire

2. Constats et postulat pour les matériaux de réemploi

2.1 Similarités avec les matériaux neufs

Pour être remis en œuvre, un matériau récupéré doit être « apte à l'emploi », tout comme un produit neuf. Il devra donc présenter des caractéristiques adéquates pour satisfaire aux usages visés. Des exigences règlementaires, liées à l'aptitude à l'usage ou encore spécifiées par le maître d'ouvrage ou l'auteur de projet s'appliqueront donc aux produits de réemploi.

2.2 Particularités du réemploi

Bien que les produits de réemploi doivent faire preuve d'une certaine aptitude à l'usage tout comme les produits neufs, l'organisation de la construction telle que brièvement décrite ci-dessus ne convient pas toujours aux spécificités des éléments de réemploi.

Production industrielle versus histoire

Au contraire des matériaux neufs, les matériaux de réemploi ne sortent pas d'un environnement aussi contrôlé que des lignes de production industrielles. Au cours de leur première vie en œuvre, les matériaux peuvent avoir été affectés par divers facteurs qui peuvent entraîner une modification de leurs performances initiales. Par exemple, la porosité des tuiles peut augmenter au fil des années. L'ancienneté d'un matériau ne signifie pas nécessairement que ses performances sont moindres ou diminuées. Par exemple, les émissions de COV des produits de construction ont tendance à diminuer avec le temps. Les bois plus anciens, soumis aux intempéries pendant plusieurs années, peuvent par exemple présenter des conditions de séchage incomparables [10]. Ainsi, les performances actuelles doivent être considérées incertaines jusqu'à leur évaluation. Plusieurs méthodes permettant de réduire cette incertitude et d'évaluer les performances actuelles des matériaux de réemploi sont présentées au chapitre B.

Connaître l'origine et l'histoire des matériaux récupérés peut apporter des informations permettant d'estimer leurs performances. La possibilité d'examiner un matériau en place, avant même son démontage, ou d'obtenir par la suite des informations sur sa vie en œuvre, offre une bonne opportunité de relever toute une série d'indices. Le fait que ces produits aient déjà passé un certain temps dans un ouvrage et continuent à remplir la fonction pour laquelle ils ont été initialement mis en œuvre peut constituer une source d'information

qualitative. Par exemple, un élément structurel soumis à des charges témoignera d'une certaine résistance mécanique. De même, les indices relevés sont susceptibles de fournir des informations utiles concernant des facteurs qui peuvent avoir affecté les performances des matériaux. Par exemple, des précautions devront être prises si les matériaux proviennent d'une ancienne installation industrielle polluante.

Constance des performances versus hétérogénéité

Comme décrit ci-dessus, les matériaux neufs sont produits en série dans un environnement contrôlé. La constance des performances de ces matériaux est vérifiée via des contrôles et des évaluations. De cette manière, il y a peu de doute sur les performances déclarées et l'homogénéité de la production.

Une fois démontés et éventuellement triés, nettoyés, réparés… les matériaux de réemploi se présentent généralement sous forme de lots présentant davantage de variations. Cette hétérogénéité peut provenir de plusieurs facteurs :

- Les matériaux d'origine ont des performances initiales variables, notamment dues aux techniques de production employées. Par exemple, des briques anciennes cuites sur chantier en plusieurs lots présentent des performances initiales hétérogènes en raison de leur composition différant légèrement ou encore de leur cuisson à température variable. Ce point est surtout observable pour les matériaux anciens.
- Les matériaux ont vieilli différemment en fonction de leur emplacement dans le bâtiment et des sollicitations et contraintes auxquelles ils ont été soumis (cf. paragraphe ci-dessus). Par exemple, certains éléments peuvent avoir été dégradés plus rapidement car plus exposés aux conditions météorologiques. Certains éléments peuvent également avoir été réparés, traités, ou avoir subi des entretiens et voir leurs caractéristiques modifiées.
- Les matériaux proviennent de bâtiments différents. Des lots de briques ou de pavés peuvent par exemple avoir été rassemblés par un fournisseur spécialisé.

Il s'agira dès lors de tenir compte de cette éventuelle hétérogénéité dans les lots lors de l'évaluation des performances. Certaines manières de procéder, décrites au chapitre B, peuvent permettre d'augmenter la confiance dans l'homogénéité des lots.

Matériaux prêts à l'emploi versus processus de préparation à la repose

Une fois démontés, les matériaux passent généralement par une série d'étapes qui les préparent à être remis en œuvre : nettoyage, réparation, reconditionnement, stockage, remise à dimension… Ces opérations peuvent être prises en charge par différents acteurs : fournisseurs spécialisés en matériaux de réemploi, entreprises de construction lors d'un réemploi sur site,… Dans tous les cas, ces étapes sont généralement l'occasion de procéder à un tri soigneux des matériaux, basé sur des critères tels que la composition, les dimensions, la couleur, l'état général des matériaux… Ces différentes étapes offrent ainsi diverses occasions de procéder à l'évaluation des performances des lots ainsi conditionnés. Une bonne coordination des différents acteurs est généralement essentielle pour tirer tous les avantages de ce processus.

2.3 Postulat

L'Europe définit un «produit de construction» comme tout produit ou kit fabriqué et mis sur le marché en vue d'être incorporé de façon durable dans des ouvrages de construction ou des parties d'ouvrages de construction et dont les performances influent sur celles des ouvrages de construction en ce qui concerne les exigences fondamentales applicables auxdits ouvrages [11]. Les matériaux de réemploi doivent donc, comme les produits neufs, être considérés comme des produits de construction. Ils doivent posséder des caractéristiques leur permettant de répondre aux règlementations applicables aux ouvrages de construction (par exemple, la règlementation concernant la sécurité incendie). Outre ces exigences règlementaires, il est également indispensable que les produits de réemploi répondent aux autres exigences qui sont nécessaires pour qu'ils soient aptes à l'usage auquel ils sont destinés. Selon l'usage visé et le maître de l'ouvrage, d'autres exigences, complémentaires, pourraient quant à elles être moins strictes que pour un produit neuf. Celui-ci pourra ainsi décider d'accepter de petits défauts qui auraient été proscrits dans le cas d'un matériau neuf, tels que de légères marques d'usure sur un parquet, ou encore des traces de mortier sur des briques.

Les produits de réemploi doivent donc présenter des performances répondant aux mêmes exigences règlementaires nécessaires pour vérifier leur aptitude à l'emploi que les produits neufs. Cependant, la manière de mesurer et de déclarer ces performances devrait pouvoir différer.

En effet, les procédures harmonisées d'essais et de déclaration des performances telles que prévues dans les normes ne semblent pas toujours adéquates et adaptées aux spécificités du réemploi. Elles sont adaptées à une production en série dans un environnement contrôlé et ne tiennent notamment pas compte de l'hétérogénéité potentielle des matériaux de

réemploi ou encore de l'absence de certaines informations. D'un point de vue pratique, elles sont souvent irréalisables en raison de leur cout et des quantités réduites des matériaux de réemploi, et ne tiennent pas compte de certains avantages liés au cas du réemploi, telles que les informations fournies par la connaissance de l'histoire de ces matériaux. C'est pourquoi des méthodes alternatives d'évaluation des performances sont proposées dans le chapitre suivant.

Enfin, l'obligation de marquage CE pour les matériaux de réemploi est également sujet à discussion, mais ne sera pas abordé dans le cadre de ce document. L'étude[1] menée par Rotor dans le cadre du projet de recherche BBSM conclut que, dans l'état actuel du droit, le marquage CE n'est pas obligatoire pour les produits de construction de réemploi. Cependant, aucun consensus n'a encore été atteint concernant l'obligation ou non d'apposer le marquage CE aux matériaux de réemploi.

Une entreprise danoise a néanmoins obtenu un marquage CE pour des briques de réemploi via une procédure d'évaluation technique européenne. Certaines performances telles que la résistance aux cycles de gel-dégel ou la résistance à la compression sont déclarées via une déclaration de performances (DoP) [10].

[1] S. Seys, *Vers un dépassement des freins réglementaires au réemploi des éléments de construction*, 2017

B. Procédure de justification des performances techniques des matériaux de réemploi

Comme décrit précédemment, le manque d'information concernant les performances techniques des matériaux récupérés peut constituer un frein à leur réemploi. Pour contrer cette incertitude, une procédure a été développée, dont le but est de proposer une démarche d'évaluation des caractéristiques d'un élément de construction en vue de son réemploi et de la justification de ses performances. Elle est orientée marché et application.

Cette procédure repose sur les concepts d'*application visée* et de *gisement*, et se déroule en 4 étapes. L'approche se veut la plus générale possible, pouvant être appliquée à un maximum de cas : réemploi de matériaux sur site ou hors-site, réemploi en flux tendu[2] ou réemploi faisant intervenir des fournisseurs spécialisés en matériaux de réemploi.

La procédure présentée dans ce document constitue une approche développée par le CSTC dans le cadre du projet BBSM. Afin d'encourager le secteur de la construction à lever ce frein, en France, le CSTB a également proposé une méthodologie décrivant une démarche de diagnostic de réemploi d'un produit de construction et de fiabilisation des performances « résiduelles » d'un produit en vue de son réemploi [12]. La procédure décrite dans ce document est en partie basée sur certains des points développés dans cette méthodologie. En complément de ce chapitre, des fiches appliquant la procédure développée aux flux de briques, isolants en laine minérale, composants de structures métalliques, parquets en bois massif et installations techniques ont également été réalisées dans le cadre du projet BBSM.

[2] Processus de réemploi lors duquel la phase de stockage et les transports sont minimisés. Les éléments de réemploi sont alors directement déplacés du chantier d'où ils sont extraits vers le chantier où ils sont intégrés. Dans le cas contraire, les éléments de réemploi seront stockés pendant un certain temps sur chantier, dans un espace dédié de stockage ou autre espace logistique.

1. Concepts

1.1 Application visée

Comme décrit au chapitre précédent, la justification des performances techniques des éléments de construction nécessite la vérification de leur aptitude à l'usage. Il est par conséquent nécessaire, pour connaitre les performances techniques à évaluer, de définir l'application future de ces éléments, ou leur *application visée*.

Cette application visée peut être déjà connue ou envisagée dans le cadre d'opérations de réemploi sur site ou en flux tendu. Mais les éléments de réemploi peuvent également transiter par des acteurs spécialisés tels que des revendeurs de matériaux de réemploi. Il peut alors être décidé d'évaluer leurs performances uniquement une fois que l'application future est connue (lors d'une demande d'achat, par exemple), mais il peut également être intéressant d'évaluer les performances plus tôt, lorsque l'application future n'est pas encore connue, par exemple si un revendeur souhaite présenter une fiche technique. Il faudra alors définir une application généraliste, c'est-à-dire l'application la plus probable et liée à un maximum d'exigences potentielles, afin de déterminer quelles sont les performances qui doivent être évaluées. Le tableau 1 reprend ces différents cas de figure.

L'application visée peut être identique à l'usage initial, ou différente. Une des stratégies permettant d'augmenter le réemploi effectif des éléments de construction est d'utiliser ces éléments dans des applications qui ne nécessiteront que des exigences limitées. Il est possible de réemployer des éléments dans des applications de moins en moins exigeantes, comme des éléments structurels réutilisés à des fins non-structurelles. C'est ce qu'on appelle l'usage en cascade.

1.2 Gisement

Un *gisement* est défini dans le cadre de cette procédure comme un *ensemble de matériaux ou d'éléments se trouvant dans une zone définie et présentant des caractéristiques et une histoire communes.* La notion d'histoire est importante dans le contexte de réemploi d'un matériau ou d'un composant. Comme expliqué dans le chapitre précédent, elle peut avoir influencé ses caractéristiques originelles. Ainsi, un parquet placé dans un lieu de passage constitue un gisement différent de celui placé dans un lieu moins fréquenté, car il a été usé différemment. Un gisement correspond donc à une seule application antérieure, car des applications différentes sont susceptibles d'engendrer des conditions et sollicitations différentes, influençant les performances actuelles du matériau. Un gisement correspond

également à un seul type de mise en œuvre, si elle est susceptible d'avoir influencé les performances du produit. Par exemple, des briques de parement placées sur un mur isolé seront à distinguer des mêmes briques placées sur un mur non-isolé.

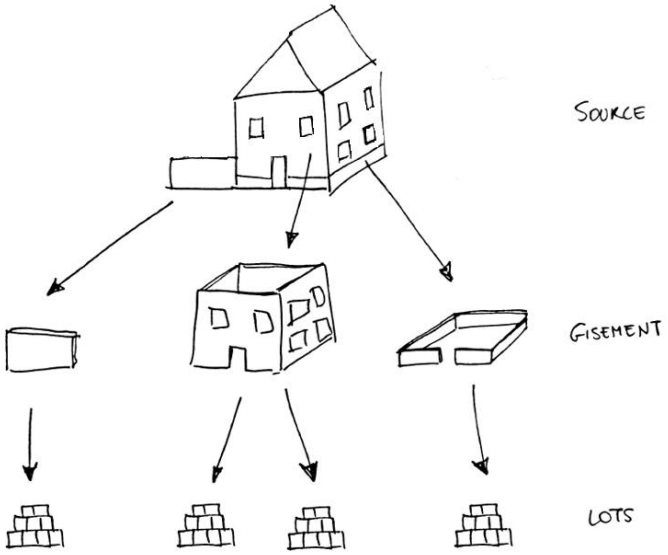


Figure 3 : Source, gisements, lots

La procédure décrite est basée sur la notion de gisement, mais peut cependant également être appliquée si les matériaux ne sont plus en place, comme dans le cas de l'achat de matériaux chez un fournisseur spécialisé, qui n'aurait pas gardé trace de leur origine et ne connait donc pas leur ancienne application. La procédure est alors à réaliser en fonction des informations disponibles.

	Application visée connue	Application visée inconnue
Gisement connu	Cas 1 : réemploi just-in-time, réemploi sur site,...	Cas 3 : évaluation par un revendeur spécialisé,...
Gisement inconnu	Cas 2 : évaluation lors d'un achat chez un revendeur spécialisé,...	Cas 4 : évaluation par un revendeur spécialisé après mise en commun de lots,...

Tableau 1 : Application de la procédure à différents cas

Lorsque l'origine des matériaux récupérés n'est plus connue, les matériaux sont alors généralement présents sous forme de *lots*, plus ou moins homogènes. La procédure d'évaluation s'applique également à ces matériaux. Une attention particulière devra alors être portée à ces lots afin de vérifier leur homogénéité.

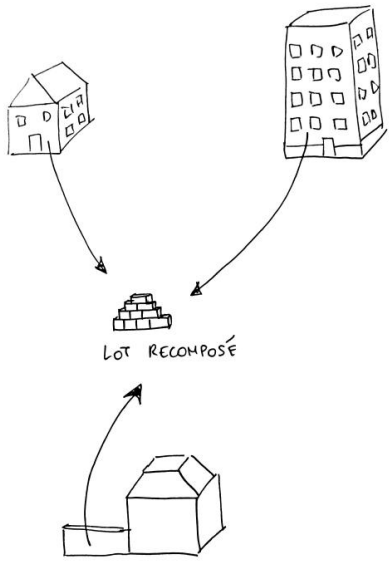


Figure 4 : Lot recomposé

2. Etapes

La procédure de justification des performances techniques des matériaux de réemploi présentée ci-dessous peut varier selon le type de produit, le projet, l'acteur concerné ainsi que selon le moment ou le lieu de l'évaluation. Elle peut être effectuée à différents stades du processus de valorisation en fonction des acteurs impliqués et des performances techniques à justifier. Il peut par exemple être décidé de vérifier certaines performances alors que les matériaux sont encore en place, alors que d'autres performances pourront être évaluées plus tard. L'ordre des étapes peut être adapté à chaque projet et situation : leur ordre peut être inversé ou certaines étapes peuvent même être omises. Ces 4 étapes générales peuvent être présentées comme suit :

- Identifier les exigences techniques à évaluer en fonction de l'application visée
- Rassembler des informations pertinentes sur le produit via l'analyse de son état et de son histoire
- Définir le niveau de confiance nécessaire et déterminer les méthodes d'évaluation des performances techniques du produit requises
- Évaluer les performances techniques du produit selon différentes méthodes

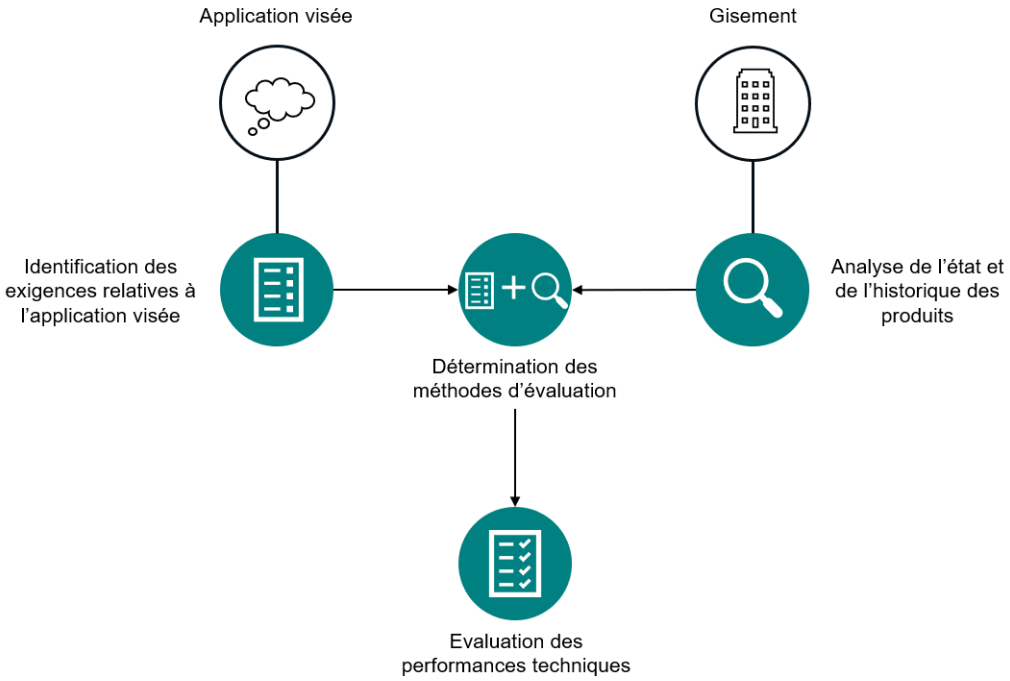


Figure 5 : Etapes de la procédure de justification
des performances techniques des matériaux de réemploi

L'étape d'analyse de l'état et de l'historique des produits peut avoir lieu soit avant la déconstruction si le produit est toujours "en place" dans son projet d'origine, et forme donc un gisement, soit après la déconstruction si le produit récupéré est présent sur le marché sans que son ancienne application soit connue. Les informations rassemblées seront alors plus limitées que dans le premier cas.

2.1. Identification des exigences relatives à l'application visée

Lorsque l'application visée d'un produit récupéré est identifiée ou estimée, les performances techniques qui sont associées à cette application doivent être évaluées. Celles-ci peuvent être imposées par le client, via le cahier des charges, mais elles peuvent également être établies explicitement ou implicitement par un cadre normatif ou réglementaire (sécurité incendie, performances acoustiques et énergétiques, émissivité des composés organiques volatils, …).

La procédure définit différents types d'exigences relatives à l'application future :

- Les exigences *fondamentales*[3], qui peuvent être de deux types :
  - Les exigences qui sont requises légalement et qui peuvent porter notamment sur des caractéristiques de sécurité incendie, d'hygiène, santé et environnement, de sécurité, d'économie d'énergie et isolation thermique. Comme décrit dans le chapitre précédent, ces exigences dépendront des règlementations en vigueur dans les pays, régions, voire communes, ainsi que des projets. Par exemple, la règlementation incendie ne s'applique pas dans tous les cas.
  - Les exigences qui sont nécessaires pour que le matériau soit apte à l'usage auquel il est destiné, compte tenu de la santé et de la sécurité des personnes concernées tout au long du cycle de vie de l'ouvrage.
- Les exigences complémentaires, qui comprennent deux types d'exigences :
  - Les exigences relatives à l'aptitude à l'usage du produit, et qui ne sont pas déjà reprises dans les exigences fondamentales. Elles sont donc en rapport avec les performances spécifiques du projet. Elles peuvent concerner des caractéristiques de perméabilité à l'eau, de résistance à l'usure,…
  - Les exigences qui sont liées à des choix de mise en œuvre ou des choix esthétiques. Elles portent, par exemple, sur caractéristiques de dimensions ou de couleur d'un produit. Selon l'usage visé, le maître d'ouvrage pourra se montrer plus tolérant concernant le niveau d'exigence de certaines performances complémentaires. Celui-ci peut ainsi accepter des petits défauts qui auraient été proscrits dans le cas d'un matériau neuf.

[3] Ces « exigences fondamentales » sont définies dans le cadre de la procédure et sont à distinguer des « exigences fondamentales » définies par le RPC.

Une attention particulière devra être portée aux exigences liées aux techniques de mise en œuvre des matériaux anciens. Les exigences actuelles telles que reprises dans les normes sont généralement valables pour les processus constructifs et les modes de mise en œuvre actuels. Si des matériaux plus anciens sont mis en œuvre selon des techniques plus adaptées à ces matériaux, il est possible que les exigences actuelles doivent être revues. Il s'agira également de vérifier la bonne compatibilité des différents matériaux entre eux. Par exemple, les exigences actuelles concernant l'absorption d'eau des briques sont liées à leur compatibilité avec un mortier au ciment. Un mortier à la chaux, tel qu'anciennement utilisé, absorbe davantage l'humidité des briques, les préservant de certains dégâts dus au gel. Les briques mises en œuvre avec ce type de mortier pourraient donc avoir une absorption d'eau plus importante que conseillé dans les documents normatifs actuels, sans pour autant subir de dégâts. Un accord devra cependant être trouvé entre les différentes parties concernées.

2.2. Analyse de l'état et de l'historique du produit

Cette étape vise à réunir un maximum d'informations concernant le produit original, son application au cours de sa première vie, ainsi que des informations sur le bâtiment existant.

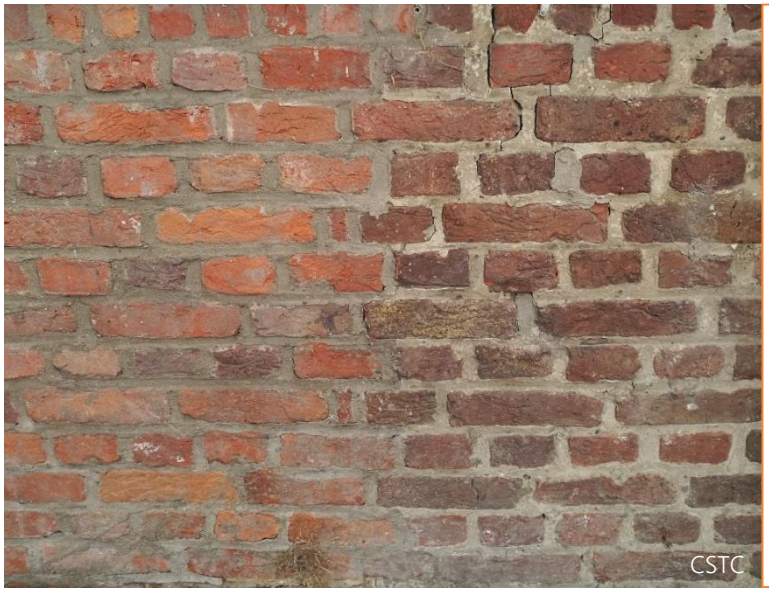
Suite à un défaut d'étanchéité, ces briques ont été davantage en contact avec l'eau que le reste du gisement. Leur état est susceptible d'avoir été dégradé, notamment lors des cycles de gel-dégel. Cette information recueillie permettra, dès la déconstruction, d'écarter ces éléments du reste du lot, de manière à ce que ce dernier soit plus homogène.

Ces informations récoltées permettent premièrement de vérifier l'état des produits. Les matériaux qui paraissent d'emblée trop endommagés pourront directement être écartés du reste des produits. De plus, ces informations peuvent servir à l'évaluation des performances (voir 2.4). Elles pourront en effet permettre de vérifier visuellement certaines performances, mais également de formuler des hypothèses ou des suppositions sur les performances actuelles des matériaux. Elles pourront également aider à choisir des échantillons représentatifs et à créer des lots homogènes de produits s'il est décidé de réaliser des essais.

Les informations peuvent être recueillies via un *inventaire* visuel et éventuellement quelques tests de démontage si les matériaux sont encore en place mais également via un inventaire documentaire. Les éventuels dégâts, usures et déformations seront notamment consignés. L'inventoriste vérifiera également si la mise en œuvre initiale et l'entretien des éléments constituant le produit ont été réalisés selon les règles de l'art, ce qui pourrait également avoir un impact sur ses propriétés actuelles. Ces règles de l'art peuvent notamment être retrouvées dans des notes d'informations techniques (NIT) ou des spécifications techniques (STS) si elles existent. Un professionnel du secteur peut également aider à vérifier si la mise en œuvre et l'entretien ont été correctement réalisés.

Des documents techniques existants reprenant les caractéristiques des matériaux lors de leur mise en œuvre initiale peuvent également être rassemblés. Des fiches techniques, des cahiers des charges originels, les règlementations en vigueur lors de la construction peuvent s'avérer utile lors de l'évaluation des performances. Le seul fait de retrouver ces documents ne suffit pas à justifier que la performance du produit pour les caractéristiques fonctionnelles est toujours valable. Une évaluation des performances sera requise.

Il est préférable de recueillir des informations sur le produit lorsqu'il est encore "en place" juste avant de l'extraire du projet à la fin de sa première vie. Les informations recueillies concerneront alors le gisement. Des informations pertinentes pourront être rassemblées, sur les facteurs qui peuvent avoir affecté ses performances, comme l'exposition aux conditions climatiques (orientation des façades), les charges mécaniques liées à son application (mur porteur versus mur de parement), l'emplacement dans le projet (dans une pièce humide ou sèche) et donc sur les éléments susceptibles de présenter des performances différentes des autres. Ces informations peuvent se révéler cruciales pour permettre d'établir un niveau de confiance suffisant envers les performances des produits pour leur nouvelle application. Cela permettra par exemple de considérer plus facilement que le produit peut convenir à une application d'exigence semblable ou moindre que son ancienne application.



Sur cette image, deux types de briques et de mortiers peuvent être observés. Il semble judicieux de séparer ces briques en lots distincts dès le démontage. Un démontage sélectif en fonction des gisements identifiés et des caractéristiques visuelles permettra de faciliter l'évaluation des performances en créant des lots plus homogènes.

Toutefois, il est courant de rencontrer des produits sur le marché qui ne sont accompagnés d'aucune information sur leur historique au cours de leur première vie. Dans ce cas, les informations pourront uniquement être collectées sur le produit-même.

Une fois ces informations récoltées, une attention particulière devra être portée à la traçabilité des produits. Par exemple, si des dégâts ou des caractéristiques particulières ont été repérées sur certains éléments, il sera important de pouvoir garder une trace de ceux-ci. De même qu'il est préférable que les éléments provenant de différents gisements (voir 1.2) soient séparés, il sera important de garder la trace de particularités observées telles que des différences relatives à l'application initiale et aux particularités du bâtiment (orientation, espaces protégés ou soumis à davantage de sollicitations, localisation, …).

Cette étape d'analyse peut être réalisée dans le cadre ou en complément d'un audit réemploi. Le projet FCRBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements) propose notamment une méthode d'inventorisation des éléments potentiellement réemployables[4].

Voici une liste non-exhaustives d'informations pouvant être collectées lors de l'inventaire :

[4] Voir https://www.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/

2.2.1 Informations relatives au produit « carte d'identité »

- « Curriculum vitae » : date de production, nom du fabricant, catégorie de produit, date de mise en œuvre ou d'installation du produit, etc.
- Informations techniques : caractéristiques géométriques, présence de marquage, cahiers des charges originels, fiches techniques, règlementations en application au moment de la mise en œuvre du produit, notes de calcul, plans d'exécution, etc.
- Aspects visuels : états de surface, état homogène, présence de détérioration (tâches, fissures, colorations, etc.)
- Aspects quantitatifs : taux de perte, quantité estimée, etc.
- …

2.2.2 Informations relatives à l'application initiale

- Type d'ouvrage
- Date et construction de l'ouvrage, date de rénovation/restauration
- Localisation de l'ouvrage (bord de mer, zone industrielle,…)
- Type d'application initiale (exemple : carreaux de céramique utilisés comme revêtement muraux dans une cuisine)
- Localisation dans le bâtiment (le produit pourrait avoir subi des sollicitations particulières en fonction de sa localisation)
    - Utilisation en intérieur/extérieur
    - Orientation
    - Espaces protégés ou soumis à davantage de sollicitations
- Exposition à des conditions particulières : attaques chimiques, substances dangereuses,…
- …

2.2.3 Informations relatives à la mise en œuvre et à l'entretien

- Réparations et processus de rénovation
- Traitements éventuels
- Mise en œuvre réalisée selon les règles de l'art (ponts thermiques,…)
- Entretiens réalisés selon les règles de l'art (par exemple, des châssis en bois bien entretenus auront une durée de vie supérieure)
- Etat des matériaux mis en œuvre autour de l'élément concerné
- …

2.3. Détermination des méthodes d'évaluation nécessaires

Définir le niveau de confiance nécessaire

Différents types de méthodes d'évaluation des performances sont proposées à la dernière étape de la procédure. Ces méthodes d'évaluation se basent soit sur de la documentation, soit sur des examens visuels, ou encore sur des essais,… Elles offrent ainsi divers degrés de précision. Pour choisir quelle méthode peut être utilisée pour évaluer la performance, il est nécessaire de déterminer le niveau de confiance nécessaire.

Il s'agit dans un premier temps de comparer les exigences identifiées relatives à l'application visée, aux informations récoltées lors de l'analyse de l'état et de l'historique du produit. Le caractère fondamental ou complémentaire des exigences peut permettre de déterminer les méthodes d'évaluation nécessaires pour vérifier si les performances actuelles du produit correspondent bien à celles qui sont exigées. En effet, l'évaluation d'une exigence fondamentale nécessitera un niveau de précision et de sûreté plus élevé que l'évaluation d'une exigence complémentaire. Un certain niveau de confiance nécessaire peut ainsi être déterminé.

Outre les exigences liées à l'application visée et l'étendue des informations provenant de l'examen visuel et de la documentation, la détermination des méthodes d'évaluation peut également dépendre de nombreux autres facteurs : type de produit, étape du processus de récupération, acteurs concernés, position du contrôleur technique, exigences liées aux assurances…

Différentes méthodes d'évaluation des performances techniques existent et offrent des résultats plus ou moins fiables. Certaines méthodes donnent des résultats plus précis que d'autres, mais ne sont pas nécessairement applicables à tous les matériaux et projets. Il s'agira généralement d'évaluer au cas par cas quelles sont les méthodes les plus adéquates. Celles-ci sont listées et décrites au point suivant.

Planifier le processus d'évaluation

Il sera intéressant de planifier le processus d'évaluation, c'est-à-dire notamment déterminer dans quel ordre les performances vont être évaluées, ce qui permettra d'organiser la collaboration entre les différents acteurs concernés. S'il existe d'emblée un doute sur le fait que le produit répondra à une exigence fondamentale, il peut être utile de commencer par l'évaluation de la performance liée à cette exigence avant de procéder à l'évaluation des autres performances.

Autres stratégies pour augmenter le niveau de confiance

Lorsque les méthodes d'évaluation disponibles semblent ne pas pouvoir offrir un niveau de confiance suffisant, différentes stratégies peuvent être mises en place :

- Combinaison des méthodes d'évaluation : Différents types de méthodes d'évaluation peuvent être combinés. Par exemple, une évaluation indirecte peut être complétée par des essais ou un contrôle de la chaine (voir 2.4). Certaines évaluations préliminaires peuvent ne pas porter sur des performances en particulier, mais peuvent faire partie d'un protocole établi, de manière à déterminer rapidement et peu (moins) couteuse si cela vaut la peine d'effectuer les évaluations suivantes (voir 2.4.4).
- Stratégies de conception : Des marges ou facteurs de sécurité peuvent être appliqué à la performance évaluée en cas d'incertitude sur la fiabilité de la méthode. Par exemple, des éléments structurels peuvent être surdimensionnés, ou encore, l'épaisseur de la couche d'isolant prescrite peut être augmentée.
- Limitation des applications : Si des doutes résident sur les performances, il y a parfois lieu de choisir une application visée moins exigeante. Le principe d'application en cascade peut alors être appliqué (voir 1.1).

2.4. Evaluation des performances techniques

Cette étape vise à lister et décrire différentes méthodes d'évaluation des performances pouvant être appliquées aux matériaux de réemploi.

Différentes méthodes d'évaluation des performances sont applicables aux produits de construction de réemploi. Comme décrit précédemment, la ou les méthodes d'évaluation dépendront de chaque produit et de son état ainsi que des performances techniques à justifier. Dans cette procédure, trois types principaux de méthodes d'évaluation et deux types de méthodes d'évaluation alternatives sont décrits. Ces différentes méthodes d'évaluation peuvent être complémentaires et faire partie d'une procédure, qui peut s'étendre du processus de démantèlement jusqu'à l'installation du produit récupéré dans un nouveau projet.

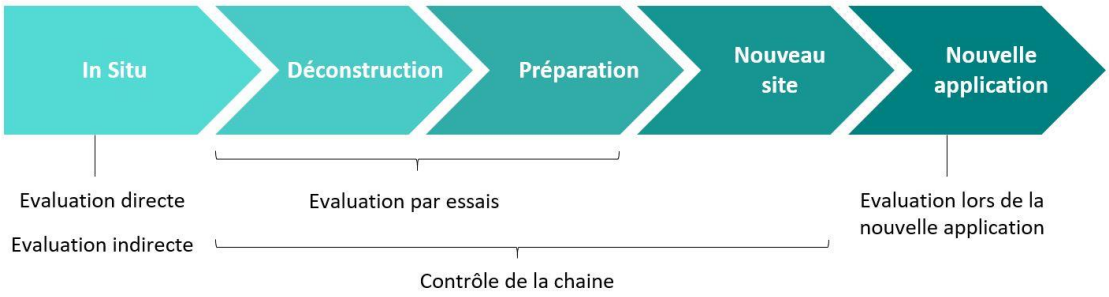


Figure 6 : Temporalité de l'évaluation des performances

Avertissement : Pour rappel, les différentes méthodes décrites ci-dessous n'ont pas été approuvées de façon officielle par le secteur. Ce document livre un travail exploratoire, qui vise à proposer des pistes, qui ne seront pas applicables dans tous les cas, pour évaluer les performances techniques des matériaux de réemploi.

2.4.1 Evaluation directe

Si la performance peut être vérifiée visuellement ou mesurée via des moyens techniques non destructifs, elle peut être *évaluée directement* lorsque le produit est encore in situ ou lorsqu'il est extrait. Les performances actuelles peuvent donc être évaluées grâce aux informations rassemblées lors de l'inventaire visuel (voir point 2.2).

Par exemple, les dimensions de panneaux de laine minérale peuvent être mesurées directement, sur site ou hors site. D'autres performances telles que la masse volumique, l'équerrage, ou encore la planéité peuvent être mesurées de la même manière, l'évaluation de ces performances ne nécessitant qu'un matériel limité.

2.4.2 Evaluation indirecte

L'évaluation indirecte consiste à faire usage d'informations concernant l'origine ou l'histoire du produit (rassemblées lors de l'inventaire documentaire) pour déterminer certaines performances. Ces informations peuvent provenir de nombreuses sources (voir 2.2) : fiches techniques, certifications techniques, règlementations en vigueur au moment de la mise en œuvre du produit ou encore simplement connaissance de l'application antérieure. Les performances évaluées selon ces méthodes seront justifiées, déduites, ou encore calculées sur base de ces documents.

Il sera essentiel de garder à l'esprit que même si la performance initiale déclarée est connue, elle peut avoir été modifiée. Certains documents techniques indiquent que la performance déclarée a une certaine durabilité ou n'est pas susceptible d'être modifiée. Il faudra cependant toujours tenir compte de facteurs extérieurs. Une connaissance de l'histoire du produit ainsi qu'une inspection visuelle pourra apporter des informations ou des indices sur des causes possibles du vieillissement de certaines performances. Il sera cependant parfois indispensable, surtout dans le cas de justification de performances fondamentales, de combiner cette méthode à d'autres types d'évaluation. Le mode d'évaluation indirecte peut être divisé en différentes catégories : conservation de la valeur initiale, correction de la valeur initiale, utilisation de valeurs tabulées, et calculs.

Conservation de la performance

Plusieurs sources d'information concernant l'origine ou l'histoire du produit peuvent permettre de justifier ou de déduire sa performance actuelle sur base de sa performance initiale.

- La performance est justifiée par un document déclarant sa valeur[5]. Des fiches techniques et cahier des charges peuvent notamment donner cette information, ou encore des normes-produits. Les normes détailleront la manière dont ces performances ont été évaluées.

> Par exemple, la réaction au feu des panneaux en laine minérale peut être évaluée de manière indirecte. Les normes-produits des produits en laine minérale indiquent que les performances de réaction au feu de ces produits ne varient pas dans le temps, sous certaines conditions. La plupart du temps, les laines minérales pourront donc être redéclarées incombustibles, avec d'autant plus de certitude si une fiche technique est encore disponible et atteste de leur performance initiale.

[5] Dans certains cas, la valeur déclarée tiendra déjà compte d'un certain vieillissement, et il ne s'agira donc pas de sa valeur initiale en tant que telle. C'est le cas des performances thermiques des isolants en laine minérale.

- La performance est déduite sur base de la connaissance de la règlementation en vigueur au moment de la mise en œuvre du produit. De la même manière que la date de construction d'un bâtiment peut nous avertir sur la présence potentielle d'amiante dans ce bâtiment, il est possible de déduire quelles étaient les règlementations en vigueur (PEB, protection incendie,…) et donc quelles étaient les exigences qui s'appliquaient au bâtiment et aux éléments le constituant.

Une autre exigence s'appliquant aux panneaux en laine minérale concerne la santé des utilisateurs. La directive CLP classe les laines minérales comme cancérigènes de type 2 (suspectées d'être cancérigènes pour l'homme), sauf si elles remplissent certaines conditions. Il semble cependant difficile dans la pratique de vérifier ces conditions pour des produits de réemploi, ces conditions portant sur leur composition. Néanmoins, à la suite de cette directive, il semble que depuis les années 2000, toutes les laines minérales soient fabriquées de manière à être non biopersistantes (remplissant ainsi les conditions de la directive). La connaissance du moment de fabrication des panneaux pourrait donc permettre de déclarer si cette exigence est atteinte ou non [13].

- La performance est déduite sur base de la connaissance de l'application antérieure du produit, y compris la manière dont le matériau était mis en œuvre et les autres matériaux présents. Ces derniers peuvent nous fournir des indications concernant la compatibilité des matériaux entre eux.

Prenons l'exemple de briques de terre cuite, présentes depuis 50 ans sur un mur orienté sud-ouest. L'orientation sud-ouest étant généralement l'orientation la plus pénalisante en termes de dégâts dus au gel, les briques auront des chances d'être relativement résistantes aux cycles de gel-dégel si elles ne présentent actuellement aucun dégât. Elles pourraient donc potentiellement convenir à une application et à une mise en œuvre semblables. La composition de la paroi peut nous apporter des informations importantes. Si au cours d'une rénovation datant d'une dizaine d'années, les murs ont été isolés thermiquement, nous aurons davantage de certitude sur la résistance au gel de ces briques pour une application semblable, soit le parement d'un mur isolé. En effet, les briques présentes sur un mur isolé subiront davantage de différences de température que celles présentes sur un mur non isolé, et auront donc certainement subi davantage de cycles de gel-dégel.

Dans ces cas de figure, il est fait l'hypothèse que la performance initiale n'a pas été modifiée, et donc que le matériau n'a pas vieilli. Cette méthode d'évaluation basée sur une hypothèse conservatrice ne sera donc pas applicable dans tous les cas et nécessitera une certaine expertise ou au minimum une recherche concernant la performance et le produit. De plus, la performance ainsi justifiée ou déduite pourra être plus ou moins précise selon le moyen de justification ou de déduction.

- Des fiches techniques indiqueront une valeur précise, ou une catégorie atteinte. Par exemple, la fiche technique d'une brique indiquera par exemple une résistance à la compression initiale de 20 N/mm², catégorie I.
- Si la performance est uniquement déduite sur base d'une règlementation en vigueur au moment de la mise en œuvre du produit, il est possible que la performance soit supérieure à ce qui était exigé par la règlementation, cependant, il ne sera pas toujours possible de le vérifier.
- La connaissance de l'application antérieure permettra quant à elle seulement de supposer que le matériau pourrait convenir à une application semblable ou moins exigeante (usage en cascade).

  Par exemple, une brique présente en parement sur une maison semblera suffisamment résistante à la compression pour être appliquée comme parement d'un mur d'une hauteur de 10m ou moins.

  Une attention particulière devra être portée aux potentielles différences de mise en œuvre ainsi qu'à la compatibilité entre les matériaux entre l'ancienne et la nouvelle application.

  Des matériaux en très bon état lors de leur première application peuvent se dégrader rapidement lors de la seconde, si par exemple ils sont mis en œuvre avec d'autres produits non compatibles ou requérant des performances plus élevées. Par exemple, l'utilisation d'un mortier au ciment plutôt qu'un mortier à la chaux peut causer davantage de rétention d'eau dans des briques, qui dès lors seront plus sensibles aux cycles de gel-dégel que lors de leur première utilisation.

Correction de la valeur initiale

Dans certains cas, la valeur initiale peut être retrouvée ou déduite, mais il semble plus approprié de la corriger par un facteur. Celui-ci peut notamment être déterminé grâce à des études basées sur des résultats empiriques. Cette correction peut également consister à limiter le réemploi des matériaux après un certain nombre d'années.

Par exemple, la transmission thermique des vitrages est sensible au vieillissement à cause de la fuite des gaz et de leur remplacement par de l'air. Une estimation de l'augmentation de transmission thermique du vitrage pourrait être réalisée, en considérant l'effet de la fuite du gaz et son remplacement progressif par de l'air.

Utilisation de valeurs tabulées ou par défaut

Des valeurs par défaut ou valeurs tabulées peuvent être utilisées lors de la détermination de certaines caractéristiques de produits de construction neufs. Les normes fournissent notamment certaines valeurs de caractéristiques hygrothermiques ou encore de résistance au feu. Dans certains cas, ces valeurs pourraient également être utilisées pour les produits de réemploi.

Dans le cadre de la règlementation PEB, des valeurs de conductivité thermique et de résistance thermique sont fournies pour les éléments constitutifs des parois tels que les éléments de maçonnerie, les profils d'encadrement ou encore les matériaux d'isolation thermique. Ces valeurs pourraient être utilisées dans certains cas et sous certaines conditions, telle qu'une vérification visuelle approfondie. Ces valeurs peuvent être pénalisantes pour des matériaux neufs, mais peuvent dans certains cas se révéler bien adaptées au cas du réemploi, étant sécuritaires. De plus, cette méthode est peu couteuse et ne nécessite que peu de connaissance sur le matériau.

Calculs

De nombreuses méthodes de calcul de performances sont décrites dans les normes. Ces méthodes précisent les hypothèses ainsi que les données nécessaires aux calculs. Ces différentes données, parfois liées aux processus de fabrication des produits, ne sont pas toujours connues. Différents outils ou techniques peuvent permettre de les estimer ou de les mesurer.

L'évaluation indirecte peut également consister à faire des hypothèses sur les performances grâce à la connaissance de l'application initiale. La connaissance de l'emplacement du produit dans le projet d'origine, de son exposition aux facteurs d'usure, ainsi que de l'historique de la remise à neuf du produit peut faciliter le processus d'évaluation du produit.

Analyse des données d'utilisation

Des méthodes d'évaluation basées sur des prédictions empiriques réalisées à partir de réclamations de garanties, de relevés de défaillances lors de la maintenance de produits [14], ou encore de monitorings pourraient être développées pour les produits de construction qui le permettent. Par exemple, utiliser ces données pour des groupes de ventilation permettrait aux fabricants d'évaluer le vieillissement de certaines performances, et éventuellement reconditionner ces produits après un certain nombre d'années d'utilisation.

2.4.3 Evaluation par essai en laboratoire

Tout comme pour les produits neufs, des essais en laboratoire peuvent être réalisés sur des échantillons de matériaux de réemploi afin de déterminer leurs performances. Les normes pour produits neufs décrivent un grand nombre de méthodes d'essai, adaptées à chaque type de matériau. Les performances évaluées de cette manière seront généralement fiables et précises.

Ces méthodes d'essai peuvent cependant se révéler couteuses. Des stratégies pourraient donc être mise en place afin de réduire le nombre d'échantillons à tester :

- Commencer par évaluer la performance la plus exigeante. Si les produits ne satisfont pas à cette exigence, il peut alors être inutile de procéder aux autres essais (voir 2.3).
- Commencer à évaluer les échantillons les moins susceptibles de satisfaire aux exigences, sur base de critères visuels pouvant témoigner d'une altération des performances, ou encore sur base de la connaissance de leur histoire[6] (emplacement du produit dans le projet, par exemple). Si ces éléments satisfont aux exigences, les éléments qui semblent en meilleur état seront également susceptibles de répondre aux exigences et le nombre d'échantillons nécessaires pourrait être réduit.
- A l'inverse, s'il y a d'emblée un doute sur les performances, les échantillons en meilleur état apparent ou estimé pourraient être testés en premier lieu, avant de procéder à la suite des essais.

De plus, différents types de méthodes et d'approches peuvent être envisagés, certains devant faire l'objet d'une attention particulière :

Essais destructifs ou non destructifs

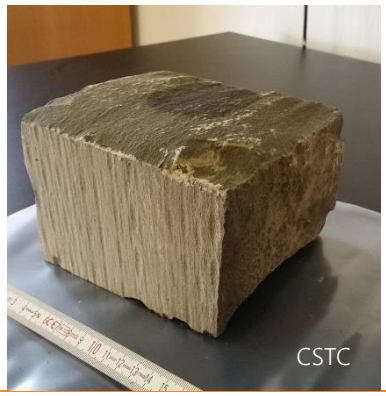
Les tests de laboratoire peuvent être destructifs. Ils ne seront donc pas toujours adaptés aux matériaux de réemploi si ceux-ci sont présents en faible quantité, ou s'ils ont une valeur élevée. Il faudra donc veiller à ce que les échantillons puissent bien être endommagés. Dans le cas contraire, une méthode d'évaluation alternative devra être trouvée.

Méthodes d'essais adaptées aux produits de réemploi

Certaines méthodes d'essai, prévues pour des produits neufs, ne conviennent pas aux matériaux de réemploi, pour des raisons de géométrie par exemple. Ces méthodes devraient donc être adaptées aux matériaux de réemploi, plus anciens, qui ont des caractéristiques différentes des produits neufs.

[6] Une traçabilité des produits récupérés après la déconstruction se rait dès lors nécessaire.

Par exemple, les méthodes d'essai utilisées pour la détermination de la résistance au glissement d'une surface pavée nécessitent l'échantillon présentant une surface plane. Ainsi, si le produit récupéré présente une surface bombée (1ère photo), des irrégularités de surface (2ème photo) ou encore des dimensions insuffisantes (3ème photo) à celles requises dans la norme correspondance, une autre méthode d'essai doit être mise au point pour tester sa résistance au glissement.



Approches statistiques et non-statistiques et représentativité des échantillons

Approches statistiques

Les approches statistiques décrivant le nombre d'échantillons à tester détaillées dans les normes sont adaptées à une production en série dont l'homogénéité est contrôlée. Une adaptation de cette approche statistique aux différents cas de réemploi est donc à envisager, en fonction du nombre d'éléments présents dans les gisements ou dans les lots, ainsi qu'en fonction des informations disponibles sur les produits permettant d'évaluer leur fiabilité. Le choix du nombre d'échantillons pourra donc dépendre du type de produit, de la performance à mesurer, du degré d'importance de l'exigence à atteindre, mais aussi des autres méthodes d'évaluation possibles combinées.

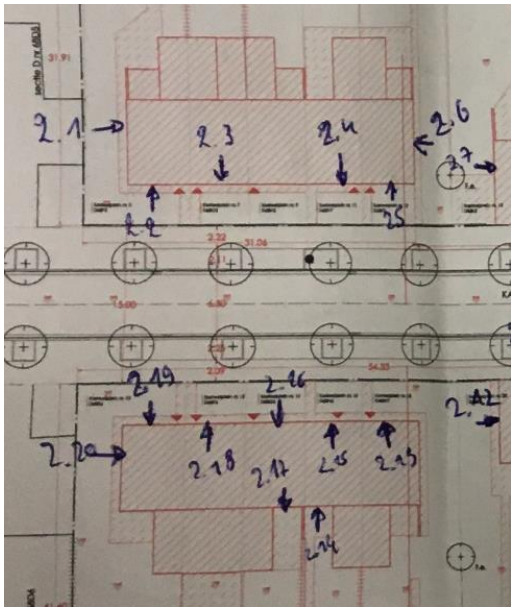
Dans cet exemple, il a été décidé d'effectuer des essais en laboratoire pour évaluer la porosité ainsi que les résistances à la compression et aux cycles de gel-dégel sur des briques, présentes en différents gisements sur un même site. Les essais tels que décrits dans les normes nationales, identiques à ceux effectués sur des briques neuves, ont pu être prescrits. Les briques étaient encore en place, ce qui a permis d'obtenir un certain nombre d'informations et d'adopter une approche adaptée en fonction des différents gisements, afin de limiter les couts de essais. La méthode d'évaluation par essais a ainsi été combinée aux méthodes d'évaluation directe et indirecte.

En plus de la quantité de briques, des facteurs permettant d'accorder plus ou moins de confiance dans les différents gisements de briques tels que l'application antérieure (briques présentes sur des murs extérieurs de pièces chauffées, murs intérieurs ou encore murets de jardin), le type de brique (par exemple, briques moulées main versus briques industrielles), et l'état général ont été pris en considération afin de déterminer le nombre d'échantillons nécessaires par gisement et par type d'essai.

Ainsi, pour l'essai de compression, il a été conseillé de tester proportionnellement davantage d'échantillons de briques provenant de murets de jardin que pour les briques provenant de murs d'une hauteur plus importante. De même, pour l'essai de résistance aux cycles de gel-dégel, davantage d'échantillons ont été testés pour les murs intérieurs des maisons, ceux-ci étant susceptibles d'être moins résistants au gel.

Essai de résistance au gel

Il est également important de réaliser les essais sur des échantillons représentatifs de l'ensemble du lot. L'approche statistique pourrait être adaptée en fonction des moyens mis en œuvre pour s'assurer de cette représentativité.



Sélection d'échantillons représentatifs de briques

- Si les matériaux sont encore en place, un certain traçage de l'origine des éléments peut être réalisé pour conserver les informations historiques relevées avant et pendant le démontage.
    - Cela pourra permettre de directement réaliser des lots plus homogènes en fonction des différents gisements identifiés, mais également de certaines caractéristiques repérées qui pourraient avoir une influence sur les performances (voir point 2.2).
    - Des informations pertinentes peuvent également être relevées concernant des éléments repris au sein d'un même lot. Par exemple, des briques protégées de la pluie par une corniche ne constitueront pas un exemple très représentatif du reste du lot et ne seront pas choisies comme échantillon lors d'essais. Certains des points décrits au point 2.2 pourront servir de critères pour définir si un élément est représentatif ou non.
- Une fois les éléments démontés, un tri tel que décrit au point 2.4.4 peut permettre de s'assurer d'une certaine homogénéité des lots, et donc de la représentativité des échantillons. Le lot initial peut ainsi être divisé en différents lots dont les éléments ont des caractéristiques visuelles identiques, liées généralement aux dégradations subies.

Approches non-statistiques

Dans certains cas, des approches non statistiques sont aussi envisageables. Par exemple, dans le protocole développé par le Steel Construction Institute [15], pour certaines classes d'utilisation d'éléments structurels en acier (Classes de Conséquences 1 et 2), un test destructif sur un seul échantillon est considéré suffisant, quel que soit le nombre d'échantillons constitutifs du lot. Cependant, pour des utilisations plus exigeantes, une approche statistique est appliquée et un nombre plus important d'échantillons devra être testé.

Essais par corrélation

Afin de déterminer une performance, des essais sur d'autres performances liées pourraient également être effectués, et les résultats corrélés afin d'obtenir une approximation de la performance. Par exemple, un lien entre l'absorption d'eau et la résistance des briques aux cycles de gel/dégel a été observé, bien qu'une méthode de calcul n'aie pas encore été développée [16]. L'essai d'absorption d'eau est plus simple à réaliser et par conséquent moins couteux que l'essai de résistance aux cycles de gel/dégel. Ce type d'évaluation semble prometteur pour le domaine de la réutilisation, mais nécessitera souvent des recherches préalables.

2.4.4 Contrôle de la chaine

En plus de l'évaluation des performances des éléments, un contrôle de la chaine de remise en œuvre peut également être envisagé. L'accent n'est alors plus placé sur une évaluation précise des performances des produits, mais sur des procédures et des compétences qui permettent d'augmenter leur « fiabilité » tout au long des opérations de préparation au réemploi. Ainsi, les éléments dont les performances sont susceptibles de ne pas atteindre le niveau d'exigence requis peuvent être éliminés lors du processus de déconstruction, de nettoyage, de tri, de reconditionnement, par un praticien qui possède les connaissances et le savoir-faire nécessaires pour éliminer les éléments défectueux. Il s'agit donc d'un processus de tri, qui élimine non seulement les éléments endommagés, mais aussi ceux qui sont susceptibles de ne pas correspondre aux attentes. Ce processus peut également consister à créer différents lots, aux caractéristiques visuelles plus homogènes.

Le contrôle de la chaine consiste donc en un tri, une vérification visuelle ou encore de petits tests sur l'ensemble des éléments d'un lot, qui peuvent permettre de :

- Contrôler les performances d'une manière alternative aux autres méthodes d'évaluation
- Créer des lots homogènes, en support à d'autres méthodes d'évaluation

Par exemple, certains acteurs spécialisés dans le réemploi de briques trient les briques selon le son qu'elles produisent lorsqu'elles sont cognées entre elles. Le son émis est en effet une indication sur la présence de fissures ou non, et par conséquent leur gélivité.

2.4.5 Evaluation lors de la nouvelle application

En accord avec le maître d'ouvrage, certaines exigences peuvent être évaluées une fois le produit mis en œuvre. A titre d'exemple, l'homogénéité des couleurs de dalles de moquettes réemployées peut être évaluée après que celles-ci ont été placées sur leur nouveau site. La pratique montre qu'il est également possible d'évaluer de cette manière des installations techniques telles que des groupes de ventilation. Leurs performances, tout d'abord évaluées de manières directe et indirecte, peuvent ensuite être vérifiées lors de leur remise en route sur le nouveau site. Cette méthode est cependant plus risquée et est à déterminer au cas par cas, le produit risquant de ne pas convenir au maître d'ouvrage et le processus étant alors à recommencer.

Dans certains cas, pour contrer l'incertitude qui subsiste concernant les performances, un contrôle des performances du produit sur le long terme peut être réalisé. Un monitoring poussé, ou une évaluation récurrente, peut révéler qu'un produit ne satisfait plus aux exigences. Il peut alors être remplacé par le fournisseur. Cette pratique alternative peut alors être couplée au modèle 'pay for use', combinant la maintenance à la fourniture. Elle implique une responsabilité qui relève du fournisseur et un monitoring des performances associé à un entretien.

C. Les acteurs et les responsabilités

1. Responsabilités lors de la mise sur le marché, la prescription et l'installation de matériaux de construction

La question des responsabilités des différents acteurs par rapport aux performances déclarées conditionne souvent le réemploi effectif des matériaux de construction. Dans le cas de la production, de la prescription et de l'installation de matériaux neufs, les rôles et les responsabilités du fabricants, des organismes de contrôle, du maitre d'ouvrage, de l'architecte, des bureaux d'étude, de l'entrepreneur et du contrôleur technique sont généralement bien définis par une série de normes et de règlementations.

En pratique, si un vice apparait sur un produit de construction mis en œuvre, quatre causes peuvent être identifiées :

- Soit le vice est intrinsèque au produit, et la responsabilité du fabricant qui sera engagée.
- Soit le vice est fonctionnel, le produit n'a pas été correctement prescrit en fonction de son environnement, son usage ou de sa destination. La responsabilité de l'architecte ou du bureau d'étude peut être mise en cause pour faute de conception. Si le vendeur avait connaissance de la destination du produit et du résultat escompté, il a obligation de résultat et sa responsabilité peut également être engagée. Enfin, l'entrepreneur verra également sa responsabilité engagée.
- Soit le vice est dû à une mise en œuvre incorrecte. Ce sera l'entrepreneur qui sera tenu pour responsable, avec une participation de l'architecte pour défaut de contrôle. Il est également possible que la responsabilité du fabricant soit engagée dans certains cas, notamment s'il a été consulté concernant les conditions de mise en œuvre.
- Soit le vice est dû à une mauvaise utilisation ou un mauvais entretien. Ce sera la responsabilité de l'utilisateur, si celui-ci a bien reçu de la part de l'entrepreneur et de l'architecte un carnet d'entretien détaillant les mesures d'entretien et d'usage. Dans le cas contraire, leurs responsabilités seront engagées, ainsi que celles du fabricant en raison de son devoir de conseil [15].

Ces principes doivent également être appliqués au cas du réemploi. Il sera donc également essentiel pour les auteurs de projet de prescrire des performances adaptées à l'utilisation envisagée, sous peine d'être responsables en cas de vice du produit installé. La mise en

œuvre et l'entretien devront également être bien adaptés aux spécificités des matériaux de réemploi.

2. Responsabilités lors de la justification des performances techniques des matériaux de réemploi

Les responsabilités devront être clarifiées concernant la justification des performances techniques : est-ce au maître d'ouvrage, à l'architecte, aux bureaux d'étude, à l'entrepreneur ou au fournisseur d'endosser cette responsabilité ? Cela dépendra des circonstances.

- Le schéma peut être similaire au schéma classique des matériaux neufs, si le négociant en matériaux de réemploi déclare les performances du matériau via une fiche technique. Si d'autres acteurs ont évalué les performances techniques en amont, les responsabilités de chacun doivent avoir été clarifiées.
- Si le négociant décide de ne pas vérifier (ni déclarer) certaines performances, ce sera à un ou des autres(s) acteur(s) de réaliser la justification technique. Le même cas peut se présenter lorsqu'un matériau est récupéré d'un chantier de démolition pour être réinstallé sur un autre site, sans recourir à un négociant en matériaux de réemploi.

  Dans la pratique, la plupart des revendeurs de matériaux de réemploi ne s'engagent pas sur les performances techniques des matériaux revendus. Ils peuvent cependant garantir cependant d'autres aspects : le fait que les éléments aient été démontés selon les règles de l'art, que les bâtiments étaient sains au moment du démontage, que les lots remis en vente sont complets, ou encore qu'une inspection visuelle et un tri ont été effectués [17].

La responsabilité et le rôle de chaque acteur lors de la justification des performances des matériaux de réemploi doit donc être clairement établie.

De plus, dans le cas du réemploi, d'autres acteurs peuvent entrer en jeu : des auditeurs pré-démolition et spécialistes réemploi, des déconstructeurs/démolisseurs ou encore des négociants en matériaux de réemploi.

De plus, au contraire des matériaux neufs, des normes ou d'autres documents ne définissent pas les schémas de responsabilités lors de la justification des performances par les différentes méthodes propres au réemploi proposées ci-dessus.

- Différents acteurs peuvent se montrer compétents lors d'une évaluation directe, et dès lors endosser la responsabilité concernant les performances déclarées : entrepreneur, bureaux d'étude, spécialiste réemploi,…

- Lors d'une évaluation indirecte, dans le cas par exemple de l'utilisation de la valeur de la performance initiale sur base de la connaissance de l'application initiale, il sera primordial d'établir quel(s) acteur(s) décide(nt) de justifier la performance de cette manière.
- Dans le cas d'essais, les laboratoires ne prenant pas la responsabilité de la représentativité des échantillons, une attention particulière devra être portée à la sélection des échantillons ainsi qu'à la création des lots, ce qui pourrait être réalisé par le déconstructeur. Son rôle et ses responsabilités devront donc être clairement établis.
- Une justification des performances via un contrôle de la chaine sera réalisée par un acteur suivant sa procédure interne, pour laquelle il se portera responsable.
- Lors d'une évaluation lors de la nouvelle utilisation, il sera également très important de définir avec le maître d'ouvrage quelles sont les conditions de remplacement ou de réparation des éléments de réemploi si un vice apparait.

Dans le cas de combinaisons de plusieurs méthodes d'évaluation des performances, il sera d'autant plus essentiel de définir clairement les rôles et responsabilités de chacun, à chaque étape du processus, ce qui permettra également de garantir une bonne continuité et traçabilité des informations.

L'évaluation des performances d'un matériau peut être réalisée en différentes étapes, liées à des temporalités différentes lors du processus de récupération. L'extraction, le transport et le stockage, et bien évidemment le reconditionnement sont des étapes qui peuvent avoir une influence sur les performances. Si les performances ont été évaluées avant ces étapes, il importe que des recommandations pour les préserver aient été formulées par l'acteur qui a évalué les performances, et que les responsabilités en cas de non-respect de ces consignes aient, de nouveau, été bien établies.

D. Application de la procédure à des produits spécifiques

Dans le cadre du projet BBSM, la procédure décrite ci-dessous a été appliquée à plusieurs types de produits, liés à une application visée. Des fiches produits-application ont été réalisées pour :

- les briques de terre cuite, pour une application en parement
- les produits manufacturés en laine minérale, pour certaines applications d'isolation thermique
- les éléments de structures en acier destinés à être réutilisés dans des applications structurales
- le parquet en bois massif, pour une application comme revêtement de sol intérieur
- les installations techniques.

Pour chaque type de matériaux, les exigences ont été identifiées à l'aide de différents documents (règlementations, normes, cahier des charges types, notes d'informations techniques,…). Ces exigences ont ensuite été identifiées comme fondamentales ou complémentaires selon les critères établis dans la procédure, et les caractéristiques et performances associées, ainsi que les applications particulières éventuelles ont été décrites. Ensuite, des points d'attention propres au matériau concernant l'identification du gisement et l'analyse de l'état et de l'histoire du projet ont été décrits. La troisième étape a consisté à confronter les performances identifiées à des informations pertinentes visuelles et documentaires, et des stratégies pour augmenter le niveau de confiance ont été proposées. Enfin, différentes méthodes d'évaluation des performances ont été proposées pour l'ensemble ou une partie des exigences identifiées. Ces méthodes sont des pistes exploratoires, qui nécessitent notamment une vérification de la faisabilité avec le secteur et un travail de recherche supplémentaire, dont parfois des campagnes d'essais.

Plusieurs points d'attention peuvent être résumés concernant les différents matériaux.

Concernant les briques de terre cuite, il apparait notamment que les exigences de résistance aux cycles de gel-dégel et la résistance à la compression sont des exigences importantes mais dont une justification précise est aujourd'hui rarement réalisée par les fournisseurs de matériaux de réemploi. Des évaluations de ces performances peuvent être réalisées en laboratoire, mais des pistes d'évaluation alternatives, qui pourraient offrir une meilleure faisabilité économique, ont également été avancées.

Concernant les isolants en laine minérale, la conductivité thermique est généralement l'exigence qui pose le plus question. Une piste serait d'utiliser les valeurs tabulées proposées

dans la règlementation PEB, qui semblent suffisamment sécuritaires pour convenir au cas de réemploi, si un contrôle visuel de l'ensemble des éléments est correctement réalisé.

Concernant les éléments de structures en acier, il apparait que la procédure de justification développée dans ce document est adaptée au protocole développé par le SCI[7] et trouve de nombreuses correspondances. Notamment pour l'évaluation de la résistance, des dimensions, ou encore de la composition chimique, des combinaisons de différentes méthodes d'évaluation sont proposées, de manière à réduire les couts en vérifiant l'homogénéité de l'ensemble des éléments par des tests, et en réalisant des essais plus précis sur quelques échantillons. Les méthodes d'évaluation proposées dans le protocole du SCI correspondent aux méthodes proposées dans la procédure BBSM. Différentes stratégies pour augmenter le niveau de confiance font également partie intégrante du protocole SCI (stratégies de conception et limitation des applications). Ce protocole, qui pose des bases normatives, est une piste qui semble prometteuse pour faciliter davantage le réemploi de ces éléments.

Concernant les parquets en bois massif, il apparait que les incertitudes concernent souvent les types de produits de finition ou de traitement absorbés par le bois. Un contrôle de la chaine prévoyant un ponçage et une remise en état dans des conditions de protection adaptées semble constituer une piste intéressante.

Aujourd'hui, le potentiel de réemploi lié aux performances techniques des installations techniques semble plus important pour les unités terminales telles que les radiateurs ou encore les robinets, que pour les équipements de production et de distribution. Ces derniers sont parfois d'une grande complexité, nécessitent des expertises importantes et peuvent mettre en jeu la sécurité des personnes. Il est essentiel de réfléchir dès maintenant au réemploi de demain, en concevant des installations démontables et plus réversibles. L'utilisation de passeports matériaux ou bâtiments, les contrats « as a service », ou encore le monitoring des performances semblent être des pistes particulièrement indiquées pour ces éléments.

Pour l'ensemble des matériaux, un contrôle de l'homogénéité des lots se révèle être un point crucial pour la justification de leurs performances. Ce contrôle peut consister à vérifier une liste de critères visuels, mais aussi être basé sur l'expertise de certains acteurs. La connaissance de l'ancienne application et de l'histoire des matériaux peut nous apporter des informations intéressantes permettant de réduire les couts engendrés par d'autres types d'évaluation. Des processus permettant de conserver la traçabilité des informations récoltées, tout au long du processus, de la dépose jusqu'à la repose, devraient être mis au point.

[7] SCI, Structural Steel Reuse, Assessment, Testing and Design Principles, 2019

Un développement de cette procédure de justification des performances techniques ainsi que de de son application à ces 5 types de matériaux mais également à d'autres matériaux est prévu. Un projet de capitalisation du projet FCRBE (Facilitating the circulation of reclaimed building elements in Northwestern Europe) permettra notamment de développer les connaissances acquises et de les appliquer aux préoccupations spécifiques de différents corps de métiers : entrepreneurs généraux, couvreurs, entreprises de finition et charpentiers/menuisiers. Un document CSTC faisant suite au présent est également en projet.

E. Conclusion

Une multitude de documents techniques et normatifs concernant les produits de construction forment un cadre pour répondre aux exigences règlementaires et techniques. Ils sont cependant adaptés à une production industrielle contrôlée, et conviennent donc rarement au cas des produits de réemploi.

La procédure décrite dans ce document décrit différentes pistes de justification des performances techniques des matériaux de réemploi. Une reconnaissance de certaines méthodes d'évaluation et même de procédures de justification semble indispensable pour augmenter le taux de réemploi effectif des matériaux de construction. Il importe non seulement de développer de nouvelles méthodes d'évaluation qui considèrent certaines spécificités du réemploi telles que la connaissance de l'histoire et de l'origine des matériaux, mais également de tenir compte des acteurs spécialisés dans ce domaine, qui apportent expertise et savoir-faire. Des procédures de justification des performances, propres à certains matériaux, sont à développer en association avec ces acteurs spécialisés, des laboratoires et des organismes de contrôle, afin de permettre une reconnaissance de ce savoir-faire[8].

La question des responsabilités par rapport aux performances déclarées (ou non) est également une question fondamentale qui conditionne souvent le réemploi effectif. Un dialogue clair entre toutes les parties concernées est indispensable, le schéma de responsabilités pouvant varier d'un projet à l'autre. Certaines méthodes d'évaluation nécessiteront particulièrement une collaboration claire et bien établie entre différents acteurs. Il importe également de déterminer quelles sont les bonnes ou mauvaises pratiques en matière de réemploi, de manière à pouvoir permettre aux acteurs d'octroyer plus facilement leur confiance dans les produits récupérés, tout en clarifiant les questions de responsabilités, et en découlant, d'assurances.

L'étude du cadre technique des matériaux de réemploi semble donc essentielle pour augmenter le réemploi effectif actuel. D'autres pistes peuvent également permettre davantage de réemploi dans le futur : une conception des bâtiments et des éléments de manière à faciliter leur démontabilité, ou encore l'utilisation de nouveaux outils tels que les passeports matériaux ou le BIM afin de permettre une transmission plus aisée des informations techniques.

[8] Le projet Circular Reliability, lauréat Be Circular 2020, est un exemple d'initiative dans ce sens. Jacques Delens, BatiTerre et SECO Group sont partenaires du projet, soutenu notamment par le CSTC. Ce projet vise à stimuler la commercialisation et la mise en œuvre de certains matériaux de réemploi via une attestation de processus et d'aptitude au réemploi.

Il s'agit également de garder à l'esprit que, dans une logique d'économie circulaire, d'autres stratégies peuvent révéler plus d'avantages que le réemploi. Le maintien le plus longtemps possible des bâtiments et des éléments, ainsi que la rénovation, seront généralement des stratégies préférables à la démolition, même si les éléments constituants peuvent retrouver une seconde vie. Le questionnement concernant les performances techniques et leur vieillissement réalisée dans le cadre de ce projet permet également de mettre en exergue l'importance d'une conception circulaire, permettant, en plus du démontage, le maintien des performances sur le long terme, la modification et la réparabilité des différents constituants des bâtiments.

Le réemploi des matériaux de construction est un sujet d'actualité, pour lequel de plus en plus d'acteurs de la construction se mobilisent. Le CSTC a pour ambition de poursuivre le travail mené dans le cadre du projet BBSM afin d'apporter davantage de pistes concrètes aux acteurs de la construction.

Bibliographie

Références

1. ISO. International organization for standardization, *ISO 9000:2015(FR) – Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*, 2015, https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v2:fr
2. Juran JM. et Gryna FM. « Juran's Quality Control Handbook, 4ème édition ». New York : McGraw-Hill Co, 1988
3. SPF Economie, Questions fréquemment posées (FAQ) sur les produits de construction, décembre 2020, [en ligne] https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/secteurs-specifiques/qualite-dans-la-construction/produits-de-construction/questions-frequemment-posees#heading-18
4. Quoi de neuf pour la commercialisation des produits de construction ?
   SPF Economie, *Quoi de neuf pour la commercialisation des produits de construction ?* [pdf en ligne], https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=na_eurocodes&doc=cpr_fr.pdf
5. Centre scientifique et technique de la construction, *Maitriser la qualité des produits et systèmes de construction*, Bruxelles, CSTC, novembre 2018
6. SPF Economie, *Référer aux normes dans les réglementations techniques. Découvrez les avantages !* mars 2017, [pdf en ligne] https://www.nbn.be/sites/default/files/uploads/Algemeen/Livre%20blanc_Referer%20aux%20normes%20dans%20les%20reglementations%20techniques.pdf
7. Your Europe, *Les normes en Europe*, [en ligne], https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/standards/standards-in-europe/index_fr.htm
8. CSTC, *Normes harmonisées* [en ligne] https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=ce&pag=harmonized_standards
9. Règlement européen Produits de Construction [en ligne], http://www.rpcnet.fr/#:~:text=En%20%C3%A9tablissant%20la%20d%C3%A9claration%20des,produit%20avec%20les%20performances%20d%C3%A9clar%C3%A9es.&text=Liste%20et%20consultation%20des%20documents,europ%C3%A9ennes%20harmonis%C3%A9es%2C%20
10. Michael Ghyoot, *How to assess the functional adequacy of reused construction elements*. Synthèse table ronde n°3, BBSM meeting, 22 février 2018, [pdf en ligne] https://www.bbsm.brussels.
11. Règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil, *JO* L 88, 4.4.2011
12. Centre scientifique et technique du bâtiment, *CIRCOLAB – Fiche méthodologie/process diagnostic pour réemploi des produits de construction*, Paris, CSTB, juillet 2018
13. EMMAÜS France, CSTB, CSFE – 2017 - *ReQualification & Réemploi/RéUtilisation de composants de construction – ReQualif* – 53 pages ; CSTB, *Annexe I – Isolants : Méthodologie de requalification des isolants thermiques*, Août, 2016
14. Maria Anityasari, Hartmut Kaebernick, *A Generic Methodology to Assess Quality and Reliability in the Reuse Strategy*, Life Cycle Engineering and Management Research Group, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of New South Wales, Sydney Australia, 2008
15. SCI Steel Construction Institute, *Structural Steel Reuse - Assessment, Testing and design Principles*, 2019
16. Netinger, Vracevic et al., *Evaluation of brick resistance to freeze / thaw cycles according to indirect procedures*, Gradevinar 66(3), 2014, pp. 197-209

17. Michael Ghyoot, *Objectif réemploi. Pistes d'action pour développer le secteur du réemploi des éléments de construction en Région de Bruxelles-Capitale,* Aout 2017 [pdf en ligne] http://rotordb.org/sites/default/files/2019-10/OBJECTIF_REEMPLOI.pdf

Autres documents consultés :

- S. Seys, *Vers un dépassement des freins réglementaires au réemploi des éléments de construction*, 2017
- F. Poncelet, M. Deweerdt, J. Vrijders, *Réemploi des matériaux : Comment justifier leurs performances techniques ?*, in CSTC-Contact, 2020/1, pp. 23-26
- EMMAÜS France, CSTB, CSFE – 2017 - *ReQualification & Réemploi/RéUtilisation de composants de construction* – ReQualif – 53 pages
- CSTB, *Annexe I – Isolants : Méthodologie de requalification des isolants thermiques*, Août 2016
- Centre scientifique et technique du bâtiment, CIRCOLAB, *Fiche méthodologie / process diagnostic pour réemploi des produits de construction*, 2018, Paris
- BELLASTOCK, coord. Benoit J., REPAR 2, *Le Réemploi : une passerelle Architecture-Industrie - Catalogue technique*, 2018
- M. Deweerdt, M. Mertens, *Un guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction*, version préliminaire, 2020
- *Le principe de tolérance appliqué à l'art de bâtir - Partie 1*, lexGO.be [en ligne], septembre 2010, https://www.lexgo.be/fr/articles/droit-civil/droit-de-la-construction/le-principe-de-tol-rance-appliqu-l-aoart-de-b-tir-partie-1,54967.html