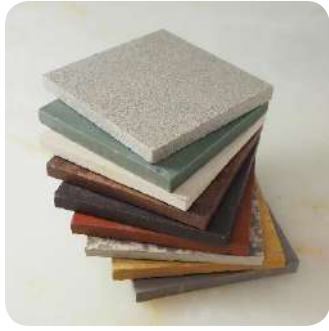




# FICHES MATÉRIAUX REUSE TOOLKIT



## FICHES MATÉRIAUX : INTRODUCTION GÉNÉRALE



### ABORDS ET VOIRIES

- Pavé en pierre naturelle
- Bordure en pierre naturelle
- Pavé en terre cuite (Klinker)
- Panneau de coffrage type steenschotten
- Bois de navire



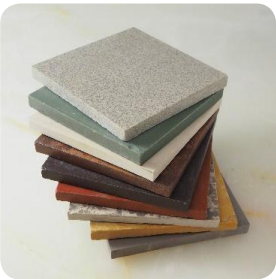
### GROS-OEUVRE ET ENVELOPPE

- Bois massif de structure à section rectangulaire
- Éléments de structure en bois lamellé collé
- Poutrelle en acier
- Bois de grange / Barnwood
- Brique pleine en terre cuite
- Tuile de toit en terre cuite
- Éléments de couverture en ardoise naturelle
- Seuil en pierre naturelle
- Couvres-murs en pierre naturelle
- Dalle de revêtement mural en pierre naturelle



### MENUISERIES

- Porte intérieure - porte coupe-feu
- Porte intérieure - porte en bois à panneaux



### FINITION INTÉRIEURES

- Carreau de faïence murale
- Carreau à base de ciment
- Carreau en terre cuite non émaillé
- Carreau en grès cérame non émaillé
- Parquet en bois massif
- Plancher surélevé à accès libre
- Dalles de moquette
- Dalle de revêtement de sol en pierre naturelle
- Tablette en pierre naturelle



### EQUIPEMENTS

- Cuvette de WC
- Urinoir suspendu
- Lavabos (et vidoirs) à usage individuel et collectif
- Radiateur en fonte
- Radiateur en tôle acier/inox/aluminium



### ÉLÉMENTS EN BÉTON DE CIMENT

- *Introduction au réemploi des éléments en béton de ciment*
- Moellon en béton
- Pavé et dalle en béton
- Voile en béton



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



## 1. Introduction : pourquoi ces fiches ?

**Le réemploi des matériaux de construction est une pratique qui présente de nombreux avantages sur le plan environnemental, socio-économique et culturel. C'est une approche prioritaire dans la perspective d'une transition du secteur de la construction vers des pratiques circulaires.**

Malgré ces externalités positives, les auteurs de projet qui souhaitent mettre en œuvre des matériaux de construction de réemploi dans leurs projets sont généralement confrontés à des questions auxquelles il peinent à répondre :

- *Quels sont les matériaux de construction qui se prêtent bien au réemploi ?*
- *Où trouver ces éléments ?*
- *Quelles sont les caractéristiques performantielles de ces produits et comment les évaluer ?*
- *Comment intégrer ces matériaux dans les documents prescriptifs, notamment les cahiers des charges ?*

Cette collection de fiches entend rassembler un maximum d'informations disponibles à propos de matériaux courants et relativement récents pour aider les prescripteurs à surmonter ces différents obstacles. Le but est d'encourager le réemploi des matériaux de construction grâce à une meilleure connaissance des possibilités et des modalités pratiques.

Pour ce faire, nous avons convoqué différentes sources : documentation technique, normes harmonisées, ressources documentaires disponibles mais aussi entretiens avec des fournisseurs professionnels de matériaux et retours d'expérience issus de projets exemplaires.

Cette fiche introductive rassemble des informations transversales qui sont d'application pour tous les matériaux. Elle détaille aussi certains choix méthodologiques posés dans la constitution des fiches.



*Nettoyage et tri de briques récupérées*





## 2. Comment sont structurées les fiches réemploi ?

**Chaque fiche est consacrée à un matériau de réemploi spécifique. Elle est organisée en plusieurs rubriques, abordant les principales questions soulevées par les opérations de réemploi.**

Certains matériaux de construction de réemploi sont adaptés à une grande variété d'usages tandis que d'autres couvrent des applications plus limitées.

Par exemple, tel carreau de carrelage conviendra tant pour un revêtement de sol que pour un parement mural tandis que telle autre sorte de carreau, en raison de son épaisseur, ne conviendra qu'en tant que revêtement de sol. Ces indications sont détaillées dans le contenu des fiches.

Les concepteurs ont évidemment toujours la possibilité d'envisager des formes de détournement d'usage plus conséquentes que celles couvertes par les fiches. Dans ce cas, il leur appartient de dresser le cadre adéquat à ces opérations.

### 2.1. Description

Cette rubrique résume les principales caractéristiques des matériaux de réemploi considérés : comment sont-ils produits ? Où les trouve-t-on couramment et sous quelle forme ? Comment les reconnaître ?

Elle est complétée par des informations pratiques sur les formats les plus courants, les teintes et textures, la composition des matériaux, etc.

### 2.2. Récupération

Cette rubrique détaille les points d'attention liés au démontage soigneux en vue du réemploi des matériaux visés : à quoi faut-il être attentif et quelles sont les étapes nécessaires ?

De manière générale, il est recommandé de faire appel à des entreprises spécialisées dans le démontage et la récupération des matériaux. Celles-ci peuvent intervenir dans le contexte d'une mission à part entière ou

comme sous-traitants des entreprises générales engagées dans un projet.

En ce qui concerne la réalisation d'un inventaire des matériaux réutilisables dans un bâtiment existant, nous renvoyons aux travaux menés sur cette question dans le cadre du projet [FCRBE](#) <sup>1</sup>.

En ce qui concerne la mise en place d'un marché pour le démantèlement en vue du réemploi dans le contexte des marchés publics, nous renvoyons au [Vade-mecum pour le réemploi hors-site](#) <sup>2</sup>.

### 2.3. Applications et mise en œuvre

Il s'agit ici de décrire quelles sont les applications les plus courantes des matériaux de réemploi couverts par la fiche. Cette rubrique est complétée par des informations propres à la mise en œuvre des matériaux de réemploi :

→ *Récupération par des opérateurs professionnels*. Les matériaux remis en vente par des opérateurs professionnels sont, pour la plupart, nettoyés, triés ou encore légèrement adaptés. À l'issue de ces opérations, ils sont généralement prêts à la pose. En ce sens, leur mise en œuvre ne diffère pas de celle d'un matériau équivalent neuf. Nous renvoyons alors les lecteurs et les lectrices aux règles de l'art (ou normes de mise en œuvre) et aux bonnes pratiques en vigueur.

→ *Spécificités du réemploi*. Dans certains cas, le fait qu'il s'agisse d'un matériau de réemploi peut influencer certaines techniques de mise en œuvre. Des spécificités telles que la présence de restes de mortier, les traitements subis lors de la première phase d'usage, certaines formes d'usure, etc. peuvent influencer les techniques de pose des matériaux. Seuls ces points d'attention sont abordés dans les fiches.

De manière générale, les concepteurs sont invités à opter pour des techniques de pose qui facilitent l'intégration de matériaux de réemploi et valorisent au maximum les lots de matériaux. Tolérer des variations dimensionnelles ou accepter des traces d'usure esthétique constitue souvent un moyen efficace de limiter le gaspillage.



*Poutres en bois lamellé collé de réemploi intégrées dans un projet neuf*

### 2.4. Caractéristiques et aptitude à l'usage

*Voir aussi ci-dessous le chapitre détaillé sur la démonstration de l'aptitude à l'usage.*

L'aptitude à l'usage dépend essentiellement de l'application visée. Pour y satisfaire, le matériau doit atteindre un certain niveau de performance quant à certaines de ses caractéristiques intrinsèques.

Dans tous les cas, il appartient à l'auteur de projet de veiller à ce que les matériaux choisis répondent effectivement aux exigences découlant de cet usage. En d'autres termes, si une réglementation impose un niveau de performances à un produit ou matériau, le prescripteur ou le maître d'œuvre doit s'assurer que celui-ci le respecte.

Sans réglementation spécifique, il choisira librement son produit ou matériau sur base de l'adéquation du niveau des performances à l'usage prévu.

La façon d'établir et de mesurer les performances des matériaux peut faire l'objet d'approches différentes lorsqu'on travaille avec des matériaux de réemploi. Contrairement aux matériaux neufs produits en masse, dont les caractéristiques techniques sont mesurées et déclarées par le producteur lors de leur mise sur le marché, les matériaux de réemploi ne font pas toujours l'objet d'une telle documentation. D'autres approches sont alors nécessaires pour mesurer et établir leurs performances.

<sup>1</sup> FCRBE, *Un guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction*, 2020.

<sup>2</sup> Rotor (S. SEYS, L. BILLIET). *Vade-mecum pour le réemploi hors-site. Comment extraire les matériaux réutilisables de bâtiments publics*, Brussels, 2015.



Les prescripteurs trouveront dans chaque fiche une liste des caractéristiques dont ils sont susceptibles de devoir évaluer les performances, selon l'usage visé. Pour déterminer ces caractéristiques, nous nous basons sur les rubriques correspondantes dans les normes techniques européennes (ou normes produits)<sup>3</sup>. Bien que ces normes n'intègrent généralement pas le cas du réemploi dans leur objet, les considérations propres aux usages visés sont ici éclairantes. Nous avons complété ces indications par les informations disponibles sur les matériaux de réemploi.

Certaines performances ne peuvent toutefois pas être établies de façon générale. Pour celles-là, des mesures spécifiques sont à prévoir. Enfin, il faut noter que certains matériaux ne sont couverts par aucune norme technique (par exemple, les panneaux steenschotten, qui ne sont originellement pas des produits de construction).

## 2.5. Indicateurs réemploi

Cette rubrique donne des indications sur trois aspects :

1. **Disponibilité des matériaux auprès des fournisseurs professionnels.** La plupart des matériaux décrits dans ces fiches sont disponibles chez des fournisseurs spécialisés. Leur disponibilité dépend des quantités recherchées. Dans chaque fiche, nous indiquons un ordre de grandeur des quantités couramment disponibles.
2. **Prix indicatif.** Celui-ci reflète les prix constatés sur le marché du réemploi (revendeurs spécialisés, marketplaces, etc). Ces indications sont toutefois susceptibles de varier selon l'aire géographique, le caractère patrimonial des matériaux et leurs qualités.
3. **Impact environnemental.** Réemployer des matériaux de construction est généralement intéressant d'un point de vue environnemental. Cela permet de prolonger la durée de vie de matériaux existants et d'éviter ainsi les impacts environnementaux occasionnés par la production d'éléments neufs.

Sur ce dernier point, nous nous limitons ici à une évaluation axée sur le potentiel d'at-



Showroom d'un fournisseur spécialisé de portes de réemploi

ténuation du réchauffement climatique en nous focalisant sur les émissions de gaz à effet de serre évitées (kg CO<sub>2</sub> équivalent). D'autres impacts environnementaux pourraient également être considérés comme l'émission de particules fines, la toxicité, l'eutrophisation de l'eau, la déplétion des ressources, etc. De nombreuses normes produits européennes sont dites « harmonisées » lorsque les spécifications techniques qui couvrent le produit sont communes aux Etats membres.

Nous nous basons sur des données relatives aux impacts de production de matériaux équivalents neufs telles qu'elles sont établies dans des fiches de déclaration environnementale des produits (base de données EPDs et formats similaires selon les pays). Nous comptabilisons les émissions relatives à la phase de production (A1-A3), ce qui donne une idée générale du « gain carbone » lié à des stratégies de réemploi de ces matériaux.

Ce principe repose donc sur une logique consistant à estimer des *impacts évités* - c'est-à-dire les impacts qui n'ont pas eu lieu grâce à une action spécifique (en l'occurrence, réemployer un matériau existant plutôt qu'en faire produire un nouveau).

Une telle logique est appliquée dans différents contextes. On la retrouve par exemple :

→ Dans certains systèmes de certification environnementale des bâtiments, notamment le label français BBCA. Celui-ci considère que l'impact relatif à la production peut, pour les matériaux de réemploi, être négligé dans le calcul global des émissions au cours du cycle de vie du bâtiment.

→ Dans des outils d'aide à la décision, notamment l'outil belge Totem.

→ Dans la formule proposée par la Commission Européenne pour évaluer l'empreinte environnementale d'un produit (qui comptabilise, parmi d'autres aspects, les impacts évités grâce à des logiques de substitution des ressources vierges)<sup>4</sup>.

Il faut toutefois noter que cette logique n'est pas équivalente aux démarches consistant à établir un profil détaillé de l'impact environnemental d'un produit. L'approche proposée ici ne se substitue pas à une déclaration environnementale. Elle ne se base pas sur des analyses de cycle de vie détaillées des opérations nécessaires au réemploi des produits étudiés. Dans certains cas, le processus de remise en état est loin d'être négligeable en termes d'impacts environnementaux

Cette approche ne tient pas non plus compte des phases qui suivent la production (transport, mise en œuvre, entretien, fin de vie). Les quelques analyses de cycle de vie ayant été menées sur des matériaux de réemploi montrent que, dans la plupart des cas, ce n'est pas au cours de ces phases que les gains liés aux stratégies de réemploi (par comparaison avec les équivalents neufs) sont les plus importants.

De même, l'impact du transport peut éventuellement affecter le bilan environnemental - même si, à nouveau, celui-ci devrait être comparé avec la distance parcourue par un équivalent neuf.

Enfin, nous nous appuyons dans la mesure du possible sur plusieurs sources. Celles-ci présentent parfois des variations conséquentes.

Les indications fournies dans les fiches ne doivent en aucun cas être considérées comme des valeurs absolues. Ce sont des ordres de grandeur permettant d'aider à la décision.



Tuiles en terre cuite de réemploi

<sup>3</sup> De nombreuses normes produits européennes sont dites « harmonisées » lorsque les spécifications techniques qui couvrent le produit sont communes aux Etats membres. Si le produit n'est pas couvert par une norme harmonisée, il est généralement encadré par une norme européenne transposée selon des dispositions spécifiques à chaque Etat membre. Dans ce cas, des différences sensibles peuvent apparaître (par exemple sur la méthode d'essai pour déterminer telle ou telle performance). Dans ces fiches, nous nous sommes majoritairement inspirés des normes belges. Veuillez noter que les normes sont en constante évolution et qu'il convient de se référer à leur dernière version.

<sup>4</sup> Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations (2013/179/EU).





### **Cas particulier du réemploi des matériaux à base de bois (et autres produits d'origine organique)**

Il est assez complexe d'évaluer l'impact sur le changement climatique des produits de construction à base de bois. Au-delà des paramètres classiques utilisés pour l'Analyse du Cycle de Vie, le raisonnement intègre ici la notion de carbone biogénique. Par la photosynthèse, les végétaux métabolisent en effet le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère, afin d'assurer leur croissance. Les arbres constituent ainsi un important réservoir de carbone et continuent à jouer ce rôle même lorsqu'ils sont coupés et transformés en produits de consommation. Cela explique pourquoi, dans de nombreuses ACV de produits à base de bois, on retrouve des valeurs négatives pour la phase de production. Cette valeur négative désigne la quantité de carbone captée et séquestrée par le végétal (carbone biogénique). Ce raisonnement n'est toutefois valable qu'à deux conditions :

1. Le bois utilisé doit être issu de forêts gérées durablement. Un nouvel arbre doit en effet être effectivement planté à la place de l'original pour justifier ce bénéfice. Il faut également que la gestion forestière respecte le taux de renouvellement de la ressource. Or, en dépit d'efforts locaux en matière de gestion forestière responsable, la tendance à l'échelle planétaire est à la déforestation et au remplacement des forêts par des surfaces urbaines ou agricoles.
2. Le produit à base de bois ne doit pas libérer trop rapidement le carbone biogénique qu'il contient. Cela revient à dire qu'il faut garder en circulation le plus longtemps possible les produits à base de bois afin de préserver leur fonction de stockage de carbone et éviter qu'ils ne libèrent des gaz à effets de serre (sous forme de CO<sub>2</sub> et ou de méthane).

À ce titre, le réemploi des éléments en bois joue un rôle important de maintien à long terme du stock de carbone dans l'environnement bâti. Le réemploi constitue une alternative de choix à l'incinération et à la méthanisation du bois.

L'appréciation de l'impact environnemental global d'un élément de construction en bois de réemploi doit cependant aussi tenir compte du transport. Certains lots de bois de réemploi disponibles en Europe du Nord-Ouest sont importés depuis l'Amérique du Nord (par exemple, pour du « barnwood ») ou d'Asie du Sud-Est. Ces longs déplacements se répercutent sur le bilan global. Dans certains cas, il peut être plus intéressant de recourir à des filières locales engagées dans une gestion responsable que d'importer du bois de réemploi de l'autre bout du monde.

Il convient également de souligner la valeur patrimoniale des éléments en bois et le fait que le marché du réemploi peut être considéré comme une source locale de bois non disponible localement (par exemple : le bois en azobé provenant des applications navales). Ces derniers éléments sont difficilement chiffrables et dépassent quelque peu la question du bilan carbone.

En résumé, on peut considérer que, dans la majorité des cas, le réemploi des éléments en bois est une stratégie qui permet prolonger de la durée de vie des matériaux existants et de préserver le stock de carbone biogénique que représentent les éléments de construction à base de bois. C'est aussi une stratégie qui aide à diminuer la pression actuelle sur les forêts.



*Lames de plancher en bois massif récupérées*



### 3. Démontrer l'aptitude à l'usage des matériaux de réemploi

**L'aptitude à l'usage désigne la capacité d'un matériau ou d'un produit de construction à répondre aux exigences liées un usage donné. Ces exigences peuvent être de deux types <sup>5</sup>:**

1. **Réglementaires.** Il s'agit d'exigences non-négociables fixées par le législateur (par exemple : exigences fondamentales au niveau européen, prescriptions urbanistiques au niveau régional, etc.). Elles portent sur des principes tels que la sécurité et la santé des personnes, la stabilité des ouvrages, la résistance au feu, la limitation des émanations de substances toxiques, l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, l'isolation thermique et acoustique, la durabilité, etc. Certaines de ces exigences sont exprimées en référence à des normes techniques (par exemple : Eurocodes).
2. **Contractuelles.** Il s'agit d'exigences fixées par le prescripteur dans le contexte d'un projet précis. Il peut s'agir d'exigences sur les dimensions, l'aspect, la couleur des matériaux, etc. Il est courant que les prescripteurs se réfèrent à des normes techniques pour exprimer ces exigences.

Les exigences réglementaires liées aux usages sont fixées par les cadres législatifs et normatifs propres à chaque État membre (dispositions nationales) ainsi que par les règles de l'art du secteur de la construction. Ces exigences d'usage sont les mêmes pour les matériaux de réemploi que pour les matériaux neufs. Dans les deux cas, les concepteurs doivent veiller à choisir des matériaux dont les caractéristiques rencontrent les exigences propres à un usage donné. Connaître l'ensemble des dispositions réglementaires reste la responsabilité de chaque auteur de projet et/ou maître d'ouvrage.

La documentation technique (Déclaration de performance, Évaluation technique européenne, marquage CE, etc.) attachée aux produits neufs rend la vérification de l'aptitude à l'usage assez aisée <sup>6</sup>. Il n'en est pas toujours de même pour les matériaux de réemploi.

Pour ceux-là, il s'agit de disposer d'information sur :

- les caractéristiques et performances d'origine.
- les altérations éventuelles que le matériau a pu subir au cours de son usage premier : usure en service, dépôts progressifs de matière, transformations physico-chimiques, etc.

Selon leur nature et leur degré, ces altérations sont susceptibles d'affecter les performances du matériau et de réduire les applications possibles. Dans certains cas, elles peuvent compromettre entièrement le réemploi.

Il serait faux de considérer les matériaux de réemploi comme présentant des qualités moindres que les équivalents neufs. Dans certains cas, ils présentent au contraire des caractéristiques techniques tout à fait intéressantes.

Par contre, ils ne disposent généralement pas d'une fiche technique ou d'une déclaration de performance établissant précisément l'ensemble de leurs caractéristiques et de leurs performances.

Comment s'assurer alors de leur aptitude à l'usage ? Plusieurs pistes d'action sont possibles, selon la nature des matériaux et les exigences à rencontrer. Ces pistes sont évidemment complémentaires. La procédure exacte dépendra des spécificités de chaque projet et des exigences fixées par les assureurs et les services d'inspection technique.



Reconditionnement des matériaux

#### 3.1. Garanties fournies par les fournisseurs professionnels

Les vendeurs professionnels de matériaux de réemploi sont un maillon essentiel dans la chaîne d'opérations qui mène au réemploi d'un matériau. Non seulement ils se chargent du stockage et de la commercialisation des matériaux, mais ils effectuent en outre une série d'opérations sur les matériaux qu'ils récupèrent : nettoyage, tri, description du matériau, etc.

Les vendeurs sont engagés sur ce qu'ils annoncent. La plupart des fournisseurs peuvent ainsi garantir des aspects tels que l'homogénéité d'un lot du point de vue de la composition matérielle ou des dimensions, la qualité du nettoyage effectué ou encore la complétude des lots.

Certains vont plus loin et offrent des garanties commerciales sur certaines caractéristiques des produits vendus. Par exemple, certains fournisseurs de radiateurs en fonte effectuent des tests de mise sous pression et garantissent ainsi l'étanchéité des radiateurs rénovés. Des fournisseurs de profilés en acier de réemploi procèdent à des tests permettant de décrire la résistance des éléments. Des revendeurs de dalles de plancher surélevé déclarent des performances certifiées par des organismes agréés. Des fournisseurs de briques sont en mesure de déclarer la résistance à la compression et la porosité de certains types de briques courantes. Des vendeurs de pavés de voirie établissent des fiches techniques détaillées de leurs produits.

Il est rare cependant que les fournisseurs détaillent précisément l'ensemble des caractéristiques de tous leurs matériaux qu'ils revendent. La raison est qu'ils travaillent souvent avec des lots assez disparates et dans des quantités nettement plus réduites que dans la production industrielle de matériaux neufs. Dans ce contexte, il n'est pas tenable de procéder à des tests systématiques.

<sup>5</sup> Florence Poncelet, Morgane Deweerdt, Jeroen Vrijder, « Réemploi des matériaux : comment justifier leurs performances techniques ? » in CSTC Contact, 2020/1, p. 23-26.

<sup>6</sup> Depuis l'introduction du Règlement produit de construction (RPC) et l'harmonisation des normes produits, les spécifications techniques concernant de nombreux produits de construction ne sont plus transposées et adaptées par chaque État membre. Les caractéristiques essentielles des produits couverts par une norme harmonisée et la manière de déterminer leurs performances sont communes pour chaque pays européen.





### 3.2. Examen minutieux

Pour certaines caractéristiques, des mesures simples peuvent être effectuées par les revendeurs, les entrepreneurs ou les inventaristes. Par exemple, établir les dimensions, les teintes, les couleurs, l'épaisseur, la masse, etc.

De nombreuses altérations courantes (mineures ou majeures) peuvent également être détectées visuellement : présence de dépôts, efflorescences, traces d'usure, ébréchures, coups, développement de champignons, fissures, décolorations, etc. Cependant, certaines altérations restent invisibles à l'œil nu (micro-fissures, fatigue d'un métal, etc.).

D'autres types de vérifications sommaires peuvent intervenir lorsqu'un examen visuel n'est pas suffisant. Par exemple, les couvreurs ont l'habitude d'entrechoquer les tuiles pour détecter la présence de fissures internes grâce au son qu'elles produisent.

Finalement, certaines caractéristiques techniques peuvent être corrélées à partir de données relativement simples à mesurer. Ainsi, le module d'élasticité d'un élément en acier peut être déduit de la dureté de l'acier. De telles approches peuvent être intéressantes lorsque les tests en question s'avèrent plus simples et meilleur marché à effectuer.

### 3.3. Usage d'origine

Il s'agit là d'une approche qui fonctionne particulièrement bien lorsqu'il est possible de prendre connaissance des lots avant leur démontage. Il s'agit alors de collecter toutes les informations utiles sur le matériau : a-t-il été correctement mis en œuvre, dans quel contexte, à quelles sollicitations a-t-il été soumis, a-t-il été correctement entretenu, quelles étaient les conditions climatiques ou hygrométriques d'origine, etc. ?

Tous ces renseignements peuvent s'avérer utiles pour mener à bien une évaluation de l'aptitude à l'usage. La réalisation d'un inventaire du potentiel de réemploi (ou *diagnostic ressources*) est une bonne occasion de récolter ces données.

Ce travail peut s'accompagner d'une recherche documentaire dans les dossiers *as built* (en France Dossiers d'Ouvrages Exécutés, DOE), les fiches techniques d'origine, les plans de maintenance et d'entretien, les ar-

chives historiques (articles de presse spécialisée, reportages photographiques, etc.).

### 3.4. Les essais

Certaines caractéristiques des matériaux ne pourront être établies avec suffisamment de certitude et de précision par les trois méthodes décrites ci-dessus. Dans ce cas, il faudra procéder à des essais en laboratoire menés par des organismes agréés.

Le coût de ces essais varie selon les mesures à prendre et l'échantillonnage nécessaire.

Dans le cas d'un lot de matériau fourni par un vendeur professionnel, il est recommandé de procéder à l'essai de façon contradictoire c'est-à-dire en présence de l'acheteur et du vendeur. Dans la mesure du possible, les échantillons sont prélevés à différents endroits afin d'obtenir un échantillonnage moyen. Dans la plupart des cas, ces organismes d'essai certifiés aideront à définir la méthode d'échantillonnage appropriée.

### 3.5. Précautions vis-à-vis des substances dangereuses

Il arrive que certains produits de construction de réemploi soient contaminés par des substances dangereuses. Par exemple, des produits d'imprégnation du bois contenant de l'arsenic ou du PCP (pentachlorophénol), des peintures à base de plomb ou de cadmium, des matériaux constitués en amiante, des planchers mis en œuvre avec un adhésif goudronné, etc.

Depuis la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, de nouvelles dispositions réglementaires ont posé un cadre plus strict qui restreint ou bannit l'usage de nombreuses substances toxiques. On trouve toutefois toujours dans les bâtiments existants des matériaux antérieurs à l'application de ces règlements et pouvant de ce fait présenter un risque de toxicité. Les formes de contamination sont variables et multiples. Dans la mesure du possible, nous abordons les cas les plus fréquents dans chacune des fiches.

Voici quelques principes généraux pour baliser cette question :

→ **Respect des législations en vigueur** : par exemple, les matériaux constitués d'amiante doivent faire l'objet d'un inventaire préalable à la démolition/rénovation et sont obligatoirement considérés comme déchets dangereux lorsqu'ils sont évacués. Le démantèle-

ment s'effectue généralement par des entreprises agréées, selon un protocole de travail contraignant. Leur réemploi est donc interdit.

→ **Analyse du risque** : en cas de doute, il convient de s'appuyer sur une expertise qui permet de déterminer le niveau de risque et de déduire les mesures à prendre. Cette évaluation repose généralement sur des tests en laboratoire menés sur des échantillons.

→ **Décontamination** : il est possible de remédier à certaines formes de contamination afin de prolonger la durée de vie d'un matériau. C'est notamment le cas pour des formes de contamination de surface, telles que l'application de peintures aux métaux lourds ou de colles goudronnées. Le décapage de ces couches peut permettre de retrouver un matériau sain et prêt au réemploi. Ces opérations de reconditionnement doivent toutefois s'effectuer selon les règles environnementales et sanitaires en vigueur. De nombreux professionnels du secteur sont en mesure de prendre en charge de telles opérations.

→ **Restriction d'usage** : certaines substances peuvent présenter un risque lorsqu'elles sont associées à certains usages (en intérieur, en contact direct avec la peau...) mais n'en présentent pas lorsqu'elles sont associées à d'autres applications (en extérieur, hors de portée des usagers...). Il convient donc de limiter l'usage des matériaux concernés à des applications dans lesquelles ils ne présentent pas de risque. Par exemple, un lot de planches émettrices de PCP (pentachlorophénol) peut convenir à des applications de bardage extérieur, pour autant que le risque de contact avec la peau et avec des aliments soit limité.

→ **Protection des travailleurs** : la dépose d'éléments à risque nécessite de prendre les dispositions adéquates afin de limiter le risque d'exposition des travailleurs.

→ **Remise en œuvre** : en règle générale, il est recommandé d'éviter de contaminer le matériau récupéré avec des substances potentiellement néfastes pour l'environnement ou la santé humaine. Ce critère facilite également le réemploi ultérieur. Par exemple : la remise en peinture de radiateurs en fonte au moyen de peintures écologiques à faible teneur en COV (Composés Organiques Volatils) est préférable à celles des peintures à base de polyuréthane.



### 3.6. Stratégies de conception alternatives

*Last but not least*, en cas d'absence d'information ou de doute sur les performances du matériau, il est également possible d'adapter des stratégies de conception faisant la part belle à des principes de « cascading » : une logique ayant fait ses preuves consiste à envisager la remise en œuvre d'un matériau pour des usages moins exigeants qu'à l'origine <sup>7</sup>.

Des doutes sur la porosité d'un lot d'ardoise ? Peut-être que celles-ci peuvent être remises en œuvre dans une partie du bâtiment qui n'est pas exposée aux intempéries. Pas les moyens de mesurer toutes les performances d'une poutre en acier ? Peut-être qu'elle peut toujours servir à des fins non structurelles pour des aménagements intérieurs. Un lot de carrelages particulièrement ébréchés ? Peut-être que ceux-ci peuvent toujours servir pour des espaces s'accommodant bien de ces imperfections. Un doute sur la résistance au feu d'une porte ? Pourquoi ne pas la réserver aux espaces qui ne sont pas concernés par cette exigence ?

On peut citer également des principes de redondance et de surdimensionnement.

De manière générale, établir un lien rapide avec les bureaux d'ingénierie et de contrôle permet de maîtriser les coûts et d'évaluer l'avantage écologique et économique de l'opération.



Démontage soigneux de éléments



Fournisseur spécialisé de dalles de moquette ([www.sparo.nl](http://www.sparo.nl))



LE BÂTI  
BRUXELLOIS  
SOURCE DE  
NOUVEAUX  
MATÉRIAUX

Fiche produit-application : parquets en bois massif destinés à être réemployés en revêtements de sol intérieur

Mai 2021



UCLouvain  
CSIC  
VUB  
M&P

#### En savoir plus !

Cadre technique des matériaux de réemploi: Comment justifier les performances techniques des matériaux de réemploi ? Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux (BBSM). Mai 2021. (En français).

<https://www.bbsm.brussels/wp-content/uploads/2021/06/annexe-16-WP6-cadre-technique-des-matériaux-de-reemploi.pdf>

<sup>7</sup> En France, les termes « réemploi » et « réutilisation » se distinguent par le passage ou non du bien en fin de vie par le statut de déchet. « Réemploi » = toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus. « Réutilisation » : toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau.





#### 4. Suggestions de prescription

En principe, les informations mentionnées dans les fiches (éventuellement complétées par des démarches spécifiques), doivent permettre aux auteurs de projets de formuler des opérations de réemploi dans leurs cahiers des charges.

Voici quelques considérations générales à ce propos, considérant plusieurs cas de figure.

Attention, ces suggestions ne sont pas des clauses-types pouvant être copiées telles quelles dans un cahier des charges. Il est important que chaque prescripteur les adapte aux modalités de son projet.

##### 4.1. Prescrire la dépose d'un lot de matériau en vue de son réemploi

Que ce soit en vue d'un réemploi sur site ou via les filières de reprises professionnelles, il s'agit de prescrire un *démontage soigneux des lots visés*.

Selon l'organisation du chantier, ceci interviendra lors des démolitions ou en cours de travaux. Dans tous les cas, il est important de préciser l'objectif de l'opération (i.e. le réemploi futur des éléments).

Si cela n'a pas été fait au préalable, un test de démontage peut être demandé à l'exécutant afin de s'assurer de la faisabilité de l'opération et connaître le taux de perte.

À ce stade, il est recommandé de travailler en Quantités Présumées.

##### Exemple :

« Le lot [XYZ] sera démonté soigneusement en vue de sa réutilisation future.

Le prestataire veillera à stocker le lot dans des conditions qui permettent de préserver ses qualités [spécifier éventuellement les conditions : à l'abri du gel / des intempéries / conditions sèches / protégé de la poussière...].

Le lot sera conditionné [spécifier les exigences de conditionnement applicables : sur palette / en boîtes / sanglés par paquet de X pièces / en vrac...].

Le lot sera trié selon [spécifier les critères applicables : formes / couleurs / dimensions / qualité...]. »

##### Exemple :

« seules les surfaces effectivement récupérées seront payées par le Maître d'Ouvrage. »

##### 4.2. Prescrire une opération de dépose et de réemploi sur site

Dans un scénario de réemploi sur site, il est important de bien définir la répartition des tâches.

Il est conseillé de laisser la possibilité aux entreprises générales de faire appel à des prestataires spécialisés pour les opérations liées au réemploi (par exemple, entreprises de déconstruction, etc.).

##### Exemple de répartition :

*Démontage + Entreposage = responsabilité de l'entreprise en démolition.*

*Nettoyage + repose = responsabilité de l'entreprise en construction.*

Dans certains cas, il faudra prévoir l'éventualité que ces opérations soient réalisées hors site si les conditions du chantier ne permettent pas de travailler correctement ou de stocker les matériaux dans de bonnes conditions.

Il est également utile de se référer au poste de dépose dans la clause prévue pour la repose.

Enfin, il peut être contre-productif d'obliger un entrepreneur à remettre en œuvre sur

##### Exemple :

« Le lot [XYZ] à installer provient d'une opération de démontage soigneux en vue de cette réutilisation opérée dans un marché / un poste précédent [préciser lequel].

Le lot présente les caractéristiques suivantes [préciser le format, les couleurs, les éventuels éléments associés...].

Les éléments [XYZ] récupérés sont en bon état. L'exécutant peut prendre connaissance des lots / des échantillons sur chantier.

Les éléments devront être [préciser les attentes : nettoyés / décapés / sablés / enduits / traités contre certaines contraintes / découpés / mis à certaines dimensions...] avant d'être posés.

Les opérations [spécifier lesquelles] sont / ne sont pas incluse dans ce poste.

Un surplus de [préciser un pourcentage ou une quantité absolue] est prévu pour les futures réparations.

Quantité présumée (QP) en [préciser : m<sup>2</sup>, pièce, m<sup>3</sup>, tonne...] – surface nette – prix de pose uniquement (hors achat matériel, déjà sur place). »

le même site un lot démonté sur place, en particulier si le démontage n'a pas été étudié au préalable. C'est alors à l'entrepreneur d'assumer les risques si le démontage s'avère décevant.

Pour pallier à ce cas de figure, il est utile de découpler les deux actions :

1. Soumettre l'entrepreneur à une *obligation de moyen* de récupérer un maximum de tel lot en vue de son réemploi (soit sur site, soit via des filières de réemploi professionnelles ou autres).

2. Indiquer à l'entrepreneur que les matériaux à remettre en œuvre doivent être issus du réemploi.

Dans ce cas, si les conditions le permettent, l'entrepreneur sera incité à effectuer du réemploi sur site. Il ne sera toutefois pas bloqué si les conditions ne le permettent pas. Les matériaux démontés auront toujours la possibilité de trouver un nouvel usage par ailleurs tandis que des filières de réemploi seront bel et bien activées pour la fourniture des nouveaux éléments.



Démontage de plancher technique



Démontage d'éléments en pierre



Démontage de carreaux en céramique



### 4.3. Prescrire la mise en œuvre d'un lot de réemploi

Dans ce cas, le lot provient d'une source extérieure. L'entreprise peut se fournir auprès d'un revendeur professionnel voire suggérer des matériaux provenant d'un autre chantier en cours.

#### Exemple :

« Ce poste concerne la pose d'un lot de [XYZ] de réemploi. Ces éléments sont à fournir par l'exécutant via un fournisseur professionnel / via un autre chantier de démolition / autre [préciser]. L'exécutant indiquera au maître d'ouvrage l'origine du matériau afin de s'assurer que celui-ci n'est pas une imitation réemploi. »

L'auteur de projet décrit ensuite ses exigences :

- Description du matériau : composition, essence, etc.
- Dimensions et tolérance dimensionnelle.
- Aspects : couleur, texture, teinte, etc.
- Degré de nettoyage attendu.
- Tolérance aux imperfections cosmétiques.
- Formes d'altération (in)tolérées
- Autres performances requises.

#### Exemple pour des carreaux de faïence murale de réemploi :

« Le lot de carreaux céramiques de faïence murale de réemploi contient les éléments suivants : carreaux unis / éléments de frise / éléments de bords. Les carreaux sont de format de  $X \times X \times X$  cm, avec une tolérance dimensionnelle de  $\pm XX$  mm. Ils sont d'apparence unie / décorative / ... et de couleur homogène [à préciser] ou de teinte [à préciser]. La présence de tressillage est / n'est pas acceptée [préciser éventuellement les réserves : **uniquement si tressillage d'origine**]. Le lot livré est homogène : il ne contient que des carreaux céramiques de faïence murale. Les carreaux sont livrés en bon état et entièrement nettoyés des restes de mortier sur la face antérieure / sur les tranches / sur la face arrière et sur les tranches. Les ébréchures dans les arêtes ne dépassent pas  $XX$  mm<sup>2</sup> par carreau [fournir éventuellement un schéma].

La préparation des surfaces (enduit et réparations), le jointoyage et la finition sont inclus dans ce poste.

Quantité présumée (QP) en m<sup>2</sup> – surface nette.

L'auteur de projet peut attirer l'attention de l'exécutant des travaux sur l'existence de filières professionnelles de revendeurs de matériaux de construction de réemploi, en leur fournissant la référence à des annuaires sectoriels tels que :

[opalis.eu](http://opalis.eu) ou [salvoweb.com](http://salvoweb.com)

#### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

La prescription de la dépose/pose doit être alignée avec les clauses administratives du cahier des charges. Au besoin, celles-ci doivent être adaptées pour encadrer les opérations de réemploi.

Ne pas oublier d'indiquer les postes concernés par le réemploi dans le métré et sur les plans d'exécution.



Présence de résidus de mortier





# ABORDS ET VOIRIES



- Pavé en pierre naturelle
- Bordure en pierre naturelle
- Pavé en terre cuite (Klinker)
- Panneau de coffrage - type steenschotten
- Bois de navire





**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

**Description du matériau**

**Utilisés et réutilisés à travers les âges, les pavés en pierre naturelle ont longtemps été la solution de choix pour l'aménagement des voiries et des espaces publics. Ils se sont cependant fait évincer tout au long du 20<sup>ème</sup> siècle par des revêtements routiers tels que le béton et les dérivés de l'industrie pétrolière. Au cours de ces dernières décennies, le pavé a fait l'objet d'un regain d'intérêt de la part de certains aménageurs, notamment dans des contextes impliquant une approche patrimoniale.**

Emblématique d'une forme d'économie circulaire avant l'heure (le réemploi des pavés est largement attesté dans l'histoire), le pavé est pris aujourd'hui dans une situation quelque peu paradoxale. L'Europe importe en effet des quantités importantes de pavés neufs (principalement depuis l'Asie) tandis qu'elle exporte une quantité non négligeable de son stock de pavés anciens vers les quatre coins de la planète.

Malgré ces tendances de fond, le réemploi des pavés reste une pratique relativement bien ancrée dans les travaux publics et l'industrie du bâtiment. Il existe de nombreuses entreprises bien établies et spécialisées dans la récupération et la revente de pavés. Outre le tri, le nettoyage et le conditionnement des pavés anciens, certaines entreprises explorent également de nouvelles voies pour rencontrer les exigences désormais attendues par les aménageurs, notamment en développant des techniques de découpe des pavés anciens ou en imaginant de nouvelles applications.

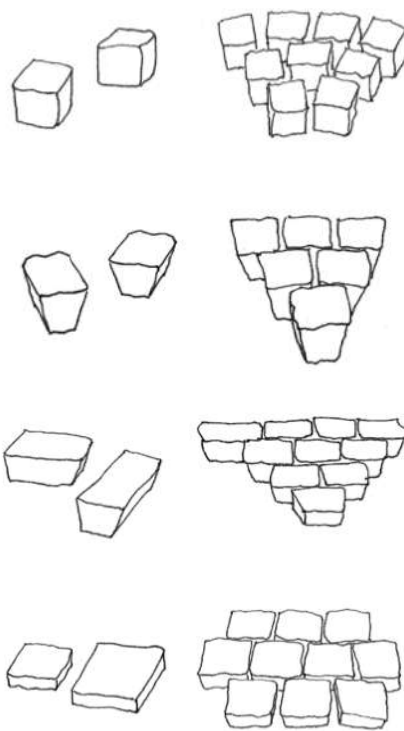
La présente fiche se focalise principalement sur l'usage des pavés en pierre naturelle pour des revêtements de sol extérieurs (abords) et intérieurs, dans des contextes autres que la voirie publique (cette dernière faisant l'objet de spécifications particulières).

Il faut également noter que le terme « pavé » recouvre en réalité une énorme variété d'éléments finalement fort différents. Si l'on peut définir de façon très générale les pavés comme étant des éléments de forme parallélépipédique, durs, utilisés par juxtaposition pour composer un revêtement de sol, il faut tenir compte de la nature quasiment infinie des variations possibles.

→ **Formats.** il existe une grande variété de formats de pavés, selon les époques, les régions et les usages, dont certains sont plus courants (Figure 1).

Au-delà de ces grandes familles de formats, il existe une multitude d'appellations spécifiques, souvent étroitement liées à une région, un format, un type de roche ou un traitement particulier. Pour n'en citer que quelques-unes : pavés du Roy (pavé français en grès de format 23 × 23 × 23 cm), pavés Napoléon (pavé français en grès de format 20 × 20 × 20 cm), Boerenkasseien en Belgique et aux Pays-bas, Yorkstone setts au Royaume-Uni, Sampietrini en Italie, etc.

pavé est scié. Les performances associées à la finition du pavé, telles que la résistance à la glissance et à l'usure, déterminent son usage (trottoir, adapté aux PMR, etc.). Les sollicitations auxquelles sont soumis les pavés en phase d'usage peuvent également entraîner un adoucissement et un polissage progressif de la face visible.



**pavés mosaïque** (forme cubique ou quasi cubique) : 7 à 12 cm de côté en surface de tête et en hauteur de queue (épaisseur). En pratique, les lots de pavés mosaïques sont rarement triés et peuvent aussi contenir des éléments trapézoïdaux issus des appareillages en éventail.

**pavés carrés** (forme cubique) : 13 × 13 cm, 15 × 15 cm, 17 × 17 cm, 20 × 20 cm, pour une hauteur de queue comprise entre 11 et 20 cm. Ils présentent souvent la particularité d'être démaigris à leur base (retrait de max. 1,5 cm sur chacune des arêtes de la base).

**pavés oblongs** (forme parallélépipédique) : 9 × 14 cm, 11 × 17 cm, 14 × 20 cm, pour une hauteur de queue comprise entre 10 et 15 cm. Certains modèles présentent aussi un démaigrissement.

**pavés platines** (format plus aplati) : 12 × 12 cm, 14 × 14 cm, 16 × 16 cm, pour une hauteur de queue comprise entre 5 et 10 cm. Ces pavés sont généralement utilisés comme pavés de trottoir. Certains modèles présentent aussi un démaigrissement.

Figure 1. Principales familles de pavés de dimensions et proportions courantes

→ **Nature géologique.** De très nombreux types de pierres ont été utilisés pour la taille des pavés. Au-delà des grandes familles pétrographiques (voir ci contre), l'origine des pierres entraîne également une grande diversité.

→ **Couleurs.** La diversité des roches se traduit par une large palette de couleurs. Une même roche peut en outre donner lieu à de grandes variations de teintes. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les inclusions de la pierre (veines, grains, strates, trous, etc.).

→ **Texture et finition.** La texture plus ou moins prononcée des pavés dépend de la pierre utilisée et des techniques de production (clivage, épinçage, sciage). Le plan de tête (face visible) peut présenter une forme bombée, plate ou irrégulière s'il ne subit aucun traitement et est lisse et plat lorsque le

**Roches magmatiques**

Granite  
Basalte  
Porphyre

**Roches métamorphiques**

Gneiss  
Marbres  
Quartzite

**Roches sédimentaires**

Grès  
Calcaires  
Calcaires gréseux



**Récupération du matériau**

**Les pavés en pierre naturelle se retrouvent principalement en applications extérieures telles que des voiries, des places, des terrasses, des allées, ou encore des murs de soutènement et des murets. Pour autant qu'ils ne soient pas scellés avec des mortiers au ciment, leur récupération est aisée. Pour un réemploi sur le même site, il est possible de réaliser sur place les opérations de tri, de nettoyage et éventuellement de sciage, pour autant que les conditions le permettent. La plupart du temps, les pavés démontés sont envoyés vers une entreprise spécialisée qui peut se charger aussi de livrer des lots de pavés prêts à la pose. Ces professionnels sont en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Tests de démontage.** Ils permettent de vérifier la faisabilité et la rentabilité de la dépose. La nature du lit de pose, les caractéristiques des joints et la nature des pavés sont les principaux facteurs qui affectent la facilité du démontage.

→ **Dépose.** Lors du démontage, le principal point d'attention consiste à s'assurer de conserver une certaine homogénéité des lots. Le risque de détérioration du matériau est faible. Le démontage s'effectue manuellement pour les lignes de formats spécifiques (début de ligne, contrebutage, etc.) et mécaniquement pour les surfaces homogènes. L'utilisation d'une pelle hydraulique munie d'un bac à claire-voie (ou dégrilleur) permet d'enlever grossièrement les résidus de sable, terre, mousse et gravier.

→ **Nettoyage et tri.** Les lots de pavés démontés sont généralement manipulés sur des bandes transporteuses sur lesquelles ils subissent des opérations telles que :

- nettoyage à l'eau ;
- tri et nettoyage manuel pour enlever les restes de mortier et/ou d'asphalte ;
- tri spécifique (cribleuse plus tri semi-automatisé ou manuel) afin de séparer les pavés selon le type de pierre, le format et la couleur.

Au cours de ce processus, les pavés fendus ou présentant des dégâts visibles sont écartés. Le taux de perte dépend fortement du type de roche et des conditions d'usage d'origine. Il peut monter jusqu'à 20% pour des pavés platine en grès (de manière générale, les roches sédimentaires, qui présentent un plan de clivage privilégié, s'avèrent plus sensibles aux fêlures et aux cassures).



*Pavés en grès et pose traditionnelle sur lit de sable : la récupération est généralement aisée*



*Pavés avec joints ciment : la récupération s'annonce difficile*



*Utilisation d'un bac à claire-voie*



*Exemple d'un pavé en grès mal posé. Le plan de clivage doit être parallèle au sens de pose. Dans ce cas-ci, le pavé a probablement subi des contraintes ayant entraîné son clivage. Ce pavé sera écarté au cours du tri lié au réemploi.*

**Le saviez-vous ?**

Certaines villes possèdent leur propre stock de matériaux de voirie. À Paris par exemple, il est obligatoire de réutiliser sur site les pavés qui s'y prêtent ou de les dévier vers un stock centralisé, dans lequel les entrepreneurs doivent également se fournir pour les nouveaux aménagements. Cette plateforme, mise en place il y a plus de 20 ans, assure entre autres les opérations de collecte, tri, nettoyage et stockage des pavés parisiens. En plus de minimiser les coûts liés à l'achat de matériaux neufs, elle permettrait d'éviter la mise en décharge de 7000 à 8000 tonnes de granite par an (pavés + bordures), correspondant à 600 tonnes de CO2 non émis. (Source : Centre de Maintenance et d'Approvisionnement (CMA) de la mairie de Paris, ADEME)



*Station de tri spécifique*





→ **Traitements.** Si certains pavés peuvent être réutilisés tels quels après un nettoyage sommaire, d'autres passent par des opérations complémentaires qui affectent leurs caractéristiques :

- **Sciage en 2 parties égales (Figure 2).** Permet d'obtenir deux pavés d'épaisseur équivalente et présentant une nouvelle surface de tête lisse. Ces éléments ne répondent plus au même niveau de performances que l'élément d'origine. Dans le cas de pavés démaigris (c'est-à-dire dont la base est plus étroite que la face visible), la découpe donne naissance à des éléments de dimensions différentes. En outre, la partie haute du pavé se pose dans un sens qui ne respecte plus le démaigrissement. Certains opérateurs n'effectuent pas le tri entre les deux éléments. Ceci peut avoir une incidence sur certains types de mise en œuvre aussi faut-il en tenir compte.

- **Sciage de la partie supérieure du pavé (Figure 3).** Résulte en un pavé épais dont la nouvelle face visible est bien lisse et aux performances mécaniques similaires à celle du produit d'origine (aussi appelé pavé rectifié). Il en résulte également un co-produit d'épaisseur plus fine (1 à 4 cm) appelé « chapeau », « calotte » ou « tête de pavé ». Ce dernier n'est pas toujours valorisé localement mais de grandes quantités sont toutefois exportées à l'étranger. Cette opération est également utilisée pour se débarrasser de restes d'asphalte difficiles à éliminer par nettoyage.

- **Clivage.** Découpe d'un pavé en deux parties égales. L'usage d'une fendeuse permet de produire une surface de tête plus irrégulière que par sciage. Attention en cas de démaigrissement.

Le sciage des pierres dures (telles que granites et porphyres) est plus rare. Pour les roches sédimentaires, la face sciée doit nécessairement être parallèle au plan de stratification.

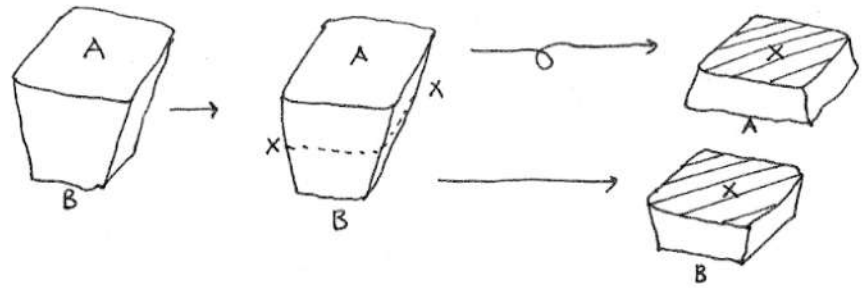


Figure 2. Sciage en 2 parties égales

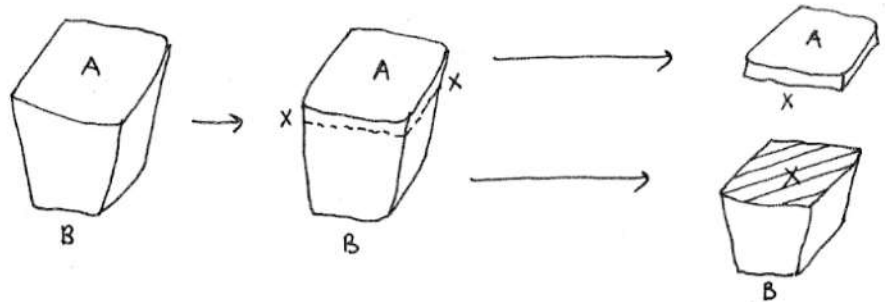


Figure 3. Sciage de la partie supérieure

→ **Stockage et conditionnement :** les pavés non triés sont généralement stockés en vrac dans des silos extérieurs. Les pavés triés et nettoyés sont stockés de la même manière. Ils peuvent aussi être conditionnés sur palettes, dans des caisses de bois ou des big bags afin d'éviter de se mélanger.

Les pavés prêts à la pose sont clairement identifiés et étiquetés par lots homogènes. Ils sont revendus au m<sup>2</sup> ou à la tonne. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir une fiche technique reprenant les caractéristiques des pavés (type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues) ainsi que leur provenance. Plus exceptionnellement, certains fournisseurs peuvent caractériser plus finement les performances d'un lot de pavés sur base d'un rapport d'essai mené sur un échantillon de référence (caractéristiques pétrographiques, chimiques, physiques et mécaniques).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Stockage en vrac



Stockage en vrac



Sciage de la partie supérieure



Stockage en palette-box



Stockage en vrac et en big bags



**Applications et mise en œuvre**

**Depuis trois décennies, l'évolution de l'environnement urbain et la conscience de l'intérêt esthétique et patrimonial des pavés ont valorisé leur usage et celui des pierres naturelles en général. La conception récente des ouvrages en pavés en pierre naturelle de réemploi intègre généralement une approche multidimensionnelle : historique, architecturale, fonctionnelle, sociologique et environnementale.**

Les pavés de réemploi s'utilisent principalement comme éléments modulaires pour le revêtement de sols extérieurs ou intérieurs, pour des applications soumises à des sollicitations modérées (piétonniers, places, allées, etc.) ou plus intenses (voiries carrossables). Ils conviennent également aux constructions maçonnées de murets et murs de soutènement. Les co-produits issus du sciage (« chapeaux » de 1 à 2 cm d'épaisseur) peuvent quant à eux être utilisés en revêtement de sol pour des usages soumis à de faibles sollicitations, en parement mural et de façades ou en tant qu'élément d'aménagement extérieur.

Le choix d'un type de pavé dépend des sollicitations propres à l'usage envisagé : trafic attendu, conditions climatiques, niveau sonore, perméabilité du revêtement, règles urbanistiques, etc. Le pavé en tant que tel ne fait pas tout. La technique de pose envisagée contribue aussi grandement à l'atteinte des exigences attendues - notamment, et de façon non exhaustive, selon la nature de la fondation et de la couche de pose, le type de jointoiement, le type d'appareillage, la nature des éléments de blocage, etc. De même, la qualité de la mise en œuvre peut faire toute la différence entre un revêtement de sol conforme aux attentes et un revêtement qui n'y satisfait pas (par exemple, en matière de planéité). Finalement, la conception des ouvrages en pavés nécessite de prendre en compte l'entretien envisagé. Par exemple, il est préférable de ne pas mettre en œuvre des joints en gravillons sur une place de marché où passe régulièrement une brosseuse/balayeuse.

À cet égard, les points d'attention liés à la mise en œuvre des pavés de réemploi ne diffèrent pas de ceux liés aux pavés neufs. Il appartient aux auteurs de projet de se reposer sur les réglementations, les règles de l'art

et les normes techniques en vigueur dans ce domaine (notamment la norme européenne pour le pavage extérieur EN 1342). Il est à noter que certains guides locaux de référence sur la mise en œuvre des pavés intègrent déjà le cas des pavés de réemploi (par exemple : le référentiel Qualiroute développé en Région wallonne, Belgique).

Le tableau 1 reprend à titre informatif les principales exigences applicables à la mise en œuvre de pavés de voiries.

**Penser réversible !**

*Certains modes de pose compliquent voire empêchent la récupération des pavés. C'est notamment le cas de la pose rigide, impliquant des mortiers et liants hydrauliques. En ce sens, dès que c'est possible et à performances comparables, il est préférable de privilégier une pose souple (assise souple, lit de pose en sable et joints en sable, en sable stabilisé ou à partir d'une émulsion bitumineuse). Réalisé dans les règles de l'art, ce mode de pose s'avère très résistant aux efforts, est facilement réparable et ne provoque pas de désordres de type soulèvement ou fissuration.*

Tableau 1 : Principales exigences applicables à la mise en œuvre de pavés de voiries

Usage recommandé	Résistance à la compression (MPa)	Epaisseur minimale (cm)	Appareillage	Type de pose
décoration	pas d'exigence	pas d'exigence	Tous	Flexible ou rigide
usage piétonnier uniquement	> 50	6	Tous	Flexible ou rigide
zones piétonnières et cyclables	> 85	8	Tous	Flexible ou rigide
accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage	> 100	8	Tous	Flexible ou rigide
zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours	> 100	10	Pas en panneau	Rigide
zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds	> 100	10	Pas en panneau	Flexible ou rigide
routes et rues	> 160	12	Pas en panneau	Rigide



Sciage en 2 parties égales



Mise en oeuvre de pavés sciés



Mise en oeuvre de pavés sciés / bruts





Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de pavés de réemploi:

→ **Composition du lot** : le lot est constitué de pavés en pierre de réemploi de même type, même nature géologique voire d'une même origine d'usage. Il est conseillé de définir un lot comme une surface à paver, de même application et de maximum 500 m<sup>2</sup>. Des lots de pavés mélangés peuvent toutefois convenir pour des applications moins exigeantes.

→ **Format** : selon la mise en œuvre, les pavés doivent présenter une plus ou moins grande stabilité dimensionnelle (même dimensions et même démaigrissement). À noter : les mises en œuvre de pavés de type « mosaïques » s'accommodent d'une plus grande variabilité à cet égard.

→ **Teinte** : par nature, une variabilité de teinte et d'aspect est une spécificité des pierres naturelles.

→ **Etat** : le lot ne doit pas contenir d'éléments présentant des fêlures ou des dégâts majeurs. Selon les exigences, préciser que les pavés doivent être exempts de restes de mortier et d'asphalte.

→ **Forme et finition** : selon les exigences requises, préciser l'aspect de la face visible (brute, sciée, clivée, bombée, irrégulière, plate, etc.) et demander que celui-ci soit identique pour tout le lot.

→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Il est généralement conseillé de prévoir un stock de pavés de réserve afin de procéder aux réparations ultérieures.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut être mise en place.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

#### **Astuce conception !**

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des assemblages et des motifs différents sur la surface à paver).*



Pavés de réemploi, Place communale de Raeren (BE) © Carrière de la Hazotte



Pavés de réemploi, Projet « Charles Malis », Molenbeek (BE) (Archi : Mamout + Willocx + LD2) © Studio Fiftyfifty



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

La norme harmonisée européenne EN 1342 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des pavés en pierre naturelle destinés au pavage extérieur. Bien que détaillées pour les matériaux neufs issus de l'extraction et de la transformation des pierres naturelles, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des pavés de réemploi (tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques à évaluer en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des pavés en pierre naturelle destinés au pavage extérieur

Caractéristiques	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	Les pavés de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines différentes. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant très rare que l'on puisse affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine pour des éléments récents ou des documents d'archives pour des éléments plus anciens). Ceci est d'autant plus vrai pour les lots constitués par le regroupement de pavés d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de pavés de réemploi est difficile à attester avec certitude (carrière d'origine). En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les pavés ont été démontés. Ainsi, des pavés en bon état qui ont été démontés dans une région soumise à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Autre exemple : des pavés en bon état provenant d'une rue soumise à un passage intensif de véhicules lourds témoignent d'une certaine façon de leur bonne résistance à la compression. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur la voirie d'où proviennent les pavés.
<b>Masse volumique apparente et porosité</b>	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre et peuvent être trouvées facilement dans la documentation technique. Si nécessaire, elles peuvent être mesurées par un essai d'identité tel que défini par une norme d'essai (EN 1936).  La porosité d'une pierre (ou absorption d'eau) ne conditionne pas directement sa gélivité. Elle influence par contre son degré de résistance aux salissures.
<b>Dimensions en plan (longueur, largeur)</b>	Cette caractéristique peut être connue en procédant à des mesures simples. Elle est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des pavés de réemploi. Il est conseillé de définir avec le fournisseur la tolérance dimensionnelle applicable, selon l'appareillage requis et la fonctionnalité de l'ouvrage. Par exemple : des pavés platine en appareillage droit requièrent une stabilité dimensionnelle élevée (tolérance $\pm 10$ mm).
<b>Hauteur de queue (épaisseur)</b>	L'usage et le type de sollicitation définissent généralement la hauteur de queue minimale nécessaire. La tolérance sur la hauteur de queue est principalement fonction du mode de pose et de l'épaisseur du lit de pose. Par exemple, en pose souple sur lit de sable, une tolérance de plus 15 mm de hauteur de queue est possible si la couche de sable est épaisse de 7 cm ( $\pm 1,5$ cm). En pose rigide ou semi-rigide, une tolérance plus faible est d'application. Il est donc conseillé de définir cette tolérance avec le fournisseur.
<b>Démaigrissement, planéité et irrégularité des faces clivées</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer.
<b>Résistance à la compression</b>	Ce facteur détermine principalement la capacité de l'ouvrage à résister aux sollicitations de charges (véhicules, poids lourds). Il est recommandé d'utiliser des pavés de résistance supérieure à 60 MPa pour les ouvrages subissant le passage de véhicules légers (jusqu'à 25 poids-lourds/jours) et >120 Mpa si le nombre de poids-lourds dépasse 150/jour. Une norme d'essai permet de mesurer ce paramètre (EN 1926).
<b>Glissance et résistance au dérapage</b>	Cette caractéristique influence le confort et la sécurité des usagers. Elle dépend principalement de la rugosité et de la texture du revêtement. Cette caractéristique évolue dans le temps sous l'influence de l'usure du revêtement, la présence de salissures, les conditions d'entretien, la pente, la densité des joints et le contexte climatique (pluviosité). De manière générale, les pavés de texture grossière (grès) et de finition irrégulière (non sciés) présentent une résistance suffisante au glissement. Une norme d'essai permet de mesurer ce paramètre pour les pavés sciés ou présentant des irrégularités inférieures à 1 mm (EN 14231). L'évaluation approfondie de la glissance est pertinente lorsque l'ouvrage est destiné aux piétons et la résistance au dérapage lorsque l'ouvrage est destiné à la circulation de véhicules. Des traitements de finition spécifiques (flamage, par exemple) peuvent éventuellement être appliqués en cours d'usage afin de satisfaire aux exigences en vigueur.



Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)</b>	La provenance et l'état d'un lot de pavés peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de pavés anciens sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance sur des lots de pavés neufs (la norme EN 12371 repose en effet sur un dispositif de test qui revient à simuler en laboratoire des cycles d'exposition successive à des conditions climatiques variables en température et en humidité). Les pavés moins résistants ayant subi des dégâts dus au gel auront vraisemblablement été écartés lors des étapes de tri.
<b>Résistance à l'abrasion et au polissage (usure)</b>	Cette caractéristique de durabilité dépend de l'intensité et de la nature du trafic, de la présence de particules abrasives et des conditions d'entretien. S'il existe une norme d'essai qui permet d'évaluer cette caractéristique avec précision (EN 14157 - essai Capon), on peut également l'approcher, pour les pavés de réemploi, en s'appuyant sur la façon dont ceux-ci ont résisté aux sollicitations de leur premier usage. De manière générale, les granites, porphyres et basaltes conviennent aux sollicitations intenses et résistent davantage à l'usure que les grès et les calcaires.
<b>Résistance aux salissures</b>	Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des pavés de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Des traitements de surface spécifiques peuvent également être préconisés pour améliorer cette performance.

À titre indicatif, le tableau 3 reprend quelques-unes des performances connues de quelques types de roches constitutives des pavés fréquemment réemployés. À nouveau, il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de pavés de la même roche peuvent toutefois présenter des performances assez différentes.

Tableau 3 : Caractéristiques des roches constitutives des pavés fréquemment réemployés

	Masse volumique apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance à la compression (MPa)	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	200 - 260	peu poreux	++
<b>Pierre bleue (et calcaires)</b>	1500 - 2800	60 - 200	peu poreux	++
<b>Porphyre</b>	2000 - 2800	280	très peu poreux	+++
<b>Granite</b>	2500 - 3000	100 - 210	très peu poreux	+++
<b>Basalte</b>	2800 - 3000	320	très peu poreux	+++



Pavés de réemploi sciés, Place communale de Molenbeek (BE).  
© a practice, Atelier Ruimtelijk advies et Marie-Françoise Plissart



Centre Culturel Werf 44, Schilde (BE)  
© Conix RDBM Architects



**Disponibilité**

Le marché professionnel du pavé en pierre naturelle de réemploi est assez conséquent. Les fournisseurs sont capables de fournir facilement des quantités importantes (> 1000 m²).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon la disponibilité du format et du type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé. Un pavé trié est souvent plus cher qu'un pavé non-trié, mais est plus évident à placer.

Quelques prix constatés (prix pour clients particuliers) :

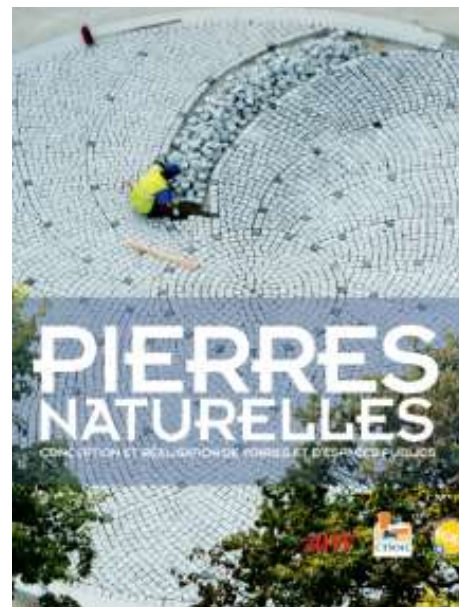
- Coût de la dépose : 10 - 15 €/m². Si la quantité est suffisante, le démontage peut être pris en charge par l'opérateur.
- Fourniture : selon format, type de pierre, état général du lot, etc.
- L'opération de sciage coûte généralement entre 30 et 60 €/m².

**Le saviez-vous ?**

*Dans ses mémoires, le Baron Haussmann raconte qu'il a essayé de convaincre Napoléon III de choisir des pavés de porphyre pour les voiries du nouveau Paris. Haussmann ne tarit pas d'éloges à leur égard : propreté, solidité, durabilité, etc. Mais Napoléon III est un cavalier ! Et les sabots n'aiment pas les pavés, ils glissent ! Il veut de la dolomie partout - et tant pour la piétaille qui devra s'arranger avec la boue les jours pluvieux. Haussmann n'en démord pas. Il enjoint ses équipes techniques à réfléchir à un système de fer à cheval en caoutchouc, qui serait mieux adapté aux pavés. Il préfère changer les sabots de tous les chevaux de Paris que de voir cette satanée dolomie. Finalement, c'est tout de même l'empereur qui aura gain de cause et Paris n'aura pas de porphyre ! (Mémoires du baron Haussmann, 1890, Victor-Havard, Paris).*

**Trouver des prestataires spécialisés**

**SALVO** salvoweb.com **OPALIS** opalis.eu



Pierres naturelles - Conception et réalisation de voiries et d'espaces (2019), RGRA, 440 p., ISBN : 978-2-913414-52-5



Pavés de Bruxelles (2015), AAM Editions, 521 p., ISBN : 978-2-87143-308-8

Pavés de réemploi triés et nettoyés	Pavés neufs
Grès : 40 - 50 €/m²	Grès belge : ~90 €/m²
Granite : 30 - 40 €/m²	Grès indien : ~30 €/m²
Basalte : 30 - 50 €/m²	Granite portugais : ~30 €/m²
Porphyre : 20 - 30 €/m²	Basalte vietnamien : ~35 €/m²
Porphyre (mélange de formats) : 15 - 20 €/m²	
Pavé mosaïque : 30 - 40 €/m²	

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de donnée INIES (FR) - Donnée générique *	45,0	-
Base de donnée ICE (UK) - Granite **	175,0	0,7
Base de donnée ICE (UK) - Sandstone ***	12,0	0,06

\* Valeur indicative pour un revêtement de 1 m<sup>2</sup> et d'épaisseur 15 cm de voirie ou d'espace public en pierre naturelle pendant une durée de vie de référence de 150 ans.

\*\* Valeur indicative pour un revêtement de 1 m<sup>2</sup> en granite (épaisseur = 10 cm, masse volumique = 2500 kg/m<sup>3</sup>)

\*\*\* Valeur indicative pour un revêtement de 1 m<sup>2</sup> en grès (épaisseur = 10 cm, masse volumique = 2000 kg/m<sup>3</sup>)



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de pavés en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~1 200 à ~17 500 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de pavés neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~7 200 à ~105 000 km effectué dans une petite voiture diesel.



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



**Description du matériau**

**Par définition, les bordures en pierre naturelle sont des éléments linéaires ou courbes de plus de 30 cm de longueur permettant de délimiter des espaces de circulation tels que les voiries, les trottoirs, les sentiers et autres aménagements extérieurs. Elles ont notamment pour rôle de protéger les piétons du trafic routier, de maintenir le revêtement en place et de contribuer à l'évacuation des eaux pluviales.**

Pendant longtemps, elles ont été taillées manuellement à la pointe, au ciseau et au maillet, selon des gestes traditionnels. Ces bordures anciennes se reconnaissent à leurs contours plus irréguliers. Elles ont progressivement été évincées par des éléments standardisés de plus en plus réguliers et issus d'un sciage mécanique. Aujourd'hui, le béton a tendance à remplacer la pierre naturelle pour la production de bordures neuves.

À l'instar d'autres matériaux en pierre naturelle, le réemploi des bordures est une pratique relativement bien ancrée dans les travaux publics et le bâtiment. De nombreuses entreprises se sont spécialisées dans la récupération et la revente de ce matériau. L'offre en bordures de réemploi est stable bien que des lots importants (plus de 500 mètres courants) de bordures identiques puissent être plus difficiles à rassembler.

Les bordures sont souvent détournées pour en faire des marches d'escalier, des margelles, des éléments d'aménagement paysager, des potelets, etc. La présente fiche se focalise principalement sur l'usage des bordures en pierre naturelle en tant qu'élément de voirie et d'aménagements paysagers.

Le marché du réemploi présente une grande diversité de modèles de bordures. Ceux-ci reflètent souvent des spécificités régionales historiques. Plusieurs critères permettent de les distinguer :

→ *Type*. Il existe principalement deux grands types de bordures en pierre naturelle de réemploi :

- Les bordures de « campagne » - dites aussi « rustiques ». Elles présentent des contours plutôt irréguliers et des faces clivées ou retouchées manuellement, sont relativement courtes (30 à 50 cm) et sont essentiellement utilisées pour des aménagements paysagers.
- Les bordures de « ville » - dite aussi « de route ». Elles présentent des contours plus réguliers et une ou plusieurs faces planes, sciées ou surfacées, sont plus longues (50 à 200 cm) et proviennent généralement d'aménagements de voirie.

→ *Origine géologique*. De nombreux types de roches ont été utilisés pour la fabrication des bordures. Parmi les plus courantes sur le marché du réemploi, on retrouve le grès, le porphyre, la pierre bleue et la pierre calcaire pour les bordures de « campagne ». Parmi les matériaux les plus courants pour les bordures de ville, on retrouve le granite (rose ou gris), la pierre bleue et la roche calcaire blanche, dans toutes leurs variations locales. Il existe aussi des bordures en basalte, gneiss, travertin, ardoise et d'autres roches encore mais celles-ci sont moins fréquentes sur le marché du réemploi.

→ *Profils*. Différents profils de bordures peuvent se rencontrer (*voir figures ci dessous*). Les plus courants sur le marché du réemploi sont les bordures droites ou avec un arrondi. Les bordures incurvées, les pièces d'angle et les bordures surbaissées s'y trouvent plus occasionnellement.



Bordure en pierre naturelle ancienne (< 19<sup>ème</sup> siècle) - taillée manuellement - forme épaisse et irrégulière. © [stonecurators.com](http://stonecurators.com)



Bordure en pierre naturelle ultérieure au début du 20<sup>ème</sup> siècle - fabrication à l'aide d'outils mécaniques - aspect uniforme et précis. © [stonecurators.com](http://stonecurators.com)



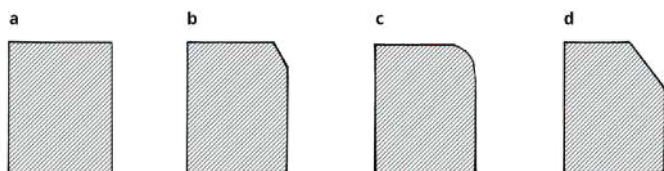
Bordure en pierre naturelle ancienne (19<sup>ème</sup> - 20<sup>ème</sup> siècle) - la face supérieure est sciée et les autres faces taillées manuellement - forme plus régulière. © [stonecurators.com](http://stonecurators.com)



Bordures de « ville » en pierre bleue. Aménagement de voirie. © [Carrière de la Hazotte](http://Carrière de la Hazotte)



Bordures de « campagne » en pierre bleue. Aménagement paysager. © [Carrière de la Hazotte](http://Carrière de la Hazotte)



- a. Profil droit
- b. Avec chanfrein
- c. Avec arrondi
- d. Avec fruit

Profils de bordures couramment rencontrés





## Bordure en pierre naturelle



Bordures de réemploi en grès



Bordures de réemploi en granite gris



Bordures de réemploi en granite rose suédois



Bordures de réemploi en pierre bleue (calcaire)



Bordures de réemploi en calcaire blanc

→ **Dimensions.** Le plus souvent les bordures de réemploi sont de forme parallélépipédique et possèdent des longueurs variables, des largeurs comprises entre 12 et 30 cm et des hauteurs comprises entre 20 et 40 cm. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des éléments présentant des dimensions plus spécifiques (par exemple : bordures basses ou surbaissées, bordures biaisées, etc.).

→ **Aspect.** La diversité des roches se traduit par une large palette de coloris, y compris au sein d'une même famille : gris, beige, ocre, brun, rose, bronze, etc. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les incrustations de la pierre : veines, grains, strates, flammes, taches, etc.

Outre l'aspect original de la roche, les bordures peuvent porter les marques de leur mode de découpe (clivage, sciage) et de leur finition d'origine (flamage, sablage, grenailage, bouchardage, etc.). Au fil du temps, leur aspect varie aussi selon les sollicitations d'usage : adoucissement, polissage de la face visible, traces de peinture, de mortier ou de bitume, développement d'organismes (mousses, lichens), etc.

Lorsqu'un ré-usinage des bordures de réemploi est envisagé (sciage, surfaçage, fraisage, etc.), celui-ci modifiera généralement l'aspect des faces visibles.

→ **Connections.** Dans certains cas, les bordures présentent un système d'encoches (mâle et femelle) à leur extrémité. L'assemblage précis des bordures dépend fortement de l'état de ce système. Au besoin, il est envisageable de scier les extrémités (de tout ou d'une partie du lot) pour faciliter sa remise en œuvre.



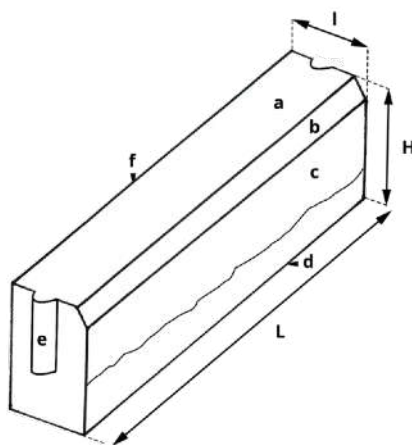
Profil de bordure surbaissée



Bordures à encoches (pierre bleue)



Bordures à encoches (granite)



- a. Face supérieure (finition spécifique)
- b. Arête visible (avec chanfrein, arrondi ou fruit)
- c. Face avant (finition spécifique sur une partie de la hauteur)
- d. Face inférieure (brute de sciage ou clivée)
- e. Extrémité (à encoche ou brute de sciage ou clivée)
- f. Face arrière (brute de sciage ou clivée)

$L \times l \times H$  : Longueur x Largeur x Hauteur

Anatomie générale d'une bordure en pierre naturelle de réemploi



**Récupération du matériau**

**Les bordures en pierre naturelle sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ceux-ci peuvent également assurer la fourniture de lots de bordures prêtes à la pose. Ils sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Pour les bordures, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats et dimensions, nature du lit de pose, caractéristiques des joints, etc.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de récupération et de revente, les spécificités régionales, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, manutention, transport, etc.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux des bordures doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Une attention particulière doit être portée aux risques liés à la présence d'impétrants (câbles et canalisations enterrées). Le risque de détérioration du matériau est généralement faible lors du démontage, sauf pour les éléments en pierre tendre, ou de section réduite, nécessitant une attention accrue. Les bordures sont d'abord décrochées à l'aide d'engins mécaniques (i.e. marteau piqueur) puis déplacées à l'aide d'outils de levage adaptés (i.e. pince-bordure).

→ **Nettoyage et tri**. Les bordures récupérées sont triées par qualités, couleurs et dimensions. Les éléments présentant des dégradations (délitage) ou des défauts importants sont écartés (dans le cas des bordures en roches sédimentaires, grès ou calcaire, il est important de s'assurer que le plan de clivage ou plan de sédimentation soit parallèle au sens de pose). Un nettoyage à l'eau (haute pression) ou par grattage est généralement suffisant pour enlever les résidus de couche de pose, produits de jointoiement et autres éléments qui pourraient y adhérer.

→ **Traitements**. Si certaines bordures peuvent être réemployées telles quelles après un nettoyage sommaire, d'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires telles que :

- **Sciage** : afin d'obtenir de faces latérales plates et verticales ou pour homogénéiser les dimensions des bordures (par exemple, leur conférer une hauteur constante en vue de faciliter leur remise en œuvre). Il est fréquent de scier les extrémités pour rattraper d'éventuelles dégradations ou adapter les systèmes d'encoches.
- **Taille et usinage** : afin de reprendre et corriger le profil des bordures et des arêtes.
- **Finition** : afin d'homogénéiser l'aspect de la pierre ou lui conférer un aspect rugueux sur les parties visibles. Plusieurs techniques sont possibles selon la nature de la pierre et les performances attendues : bouchardage, sablage, flammage, grenailage, piquage, etc. Un vocabulaire spécifique détermine le type de finition selon le type de roche en jeu. Quelques exemples :



Pierre bleue bouchardée



Pierre bleue ciselée



Granite flammé

- **Clivage** : les bordures impropres à la retaile peuvent être fendues afin de former des pavés.

Ces différentes opérations peuvent être réalisées par des revendeurs spécialisés au sein de leurs installations. Elles peuvent également être envisagées sur site, à condition que la logistique du chantier le permette.

**Astuce conception !**

De manière générale, le coût des bordures augmente en fonction du nombre d'opérations exigées. Lorsque les exigences d'usage le permettent, les bordures brutes sont la solution la plus économique. Le sciage constitue toutefois une exception à cette règle puisqu'il permet, en une opération relativement simple, de doubler la quantité de matière potentiellement disponible ! Il convient toutefois de s'assurer que les éléments découpés répondent bien aux exigences d'usage (notamment pour leurs dimensions).

Sciage de bordure  
© Carrière de Bonneuil-sur-MarneFinition des bordures par bouchardage  
© Carrière de Bonneuil-sur-Marne

Clivage des bordures © Arnaud Bouissou - TERRA

**Bordure en pierre naturelle**

→ **Stockage et conditionnement.** Les bordures sont généralement stockées à l'extérieur, conditionnées et sanglées sur palettes. Elles sont disposées horizontalement. Idéalement, elles sont séparées par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Les bordures prêtes à la pose sont clairement identifiées et étiquetées par lots homogènes. Les bordures courtes (type bordures de campagne) peuvent aussi être conditionnées en big bag ou en caisse. Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments (les palettes peuvent devoir supporter des charges de plus de 2 t). Des moyens de transport et de levage appropriés sont également à prévoir.

Les bordures en pierre naturelle de réemploi sont généralement vendues au mètre linéaire ou à la tonne. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir une fiche technique reprenant leurs caractéristiques principales (type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues) et, dans certains cas, leur provenance.



Stockage en vrac © Pavés de rue



Stockage sur palettes sanglées © Hofman NV-SA



Stockage sur palette © Van Dijck



Centre de dépôt du pavé parisien, Bonneuil-sur-Marne. Stock de pavés et bordures en pierre prêt à être triés, nettoyés et réemployés dans des chantiers de la ville de Paris (FR) © Ville de Paris, Florence Morisson.

**Le saviez-vous ?**

Certaines villes possèdent leur propre stock de matériaux de voirie. À Paris par exemple, il est obligatoire de réutiliser sur site les pavés et bordures qui s'y prêtent ou de les dévier vers un stock centralisé, dans lequel les entrepreneurs doivent également se fournir pour les nouveaux aménagements. Cette plateforme, mise en place il y a plus de 20 ans, assure entre autres les opérations de collecte, tri, nettoyage et stockage des pavés et bordures parisiens. En plus de minimiser les coûts liés à l'achat de matériaux neufs, elle permettrait d'éviter la mise en décharge de 7000 à 8000 tonnes de granite par an, correspondant à 600 Tonnes de CO2 non émis. (Source : [Centre de Maintenance et d'Approvisionnement \(CMA\) de la mairie de Paris, ADEME](#)).





## Applications et mise en œuvre

**Les bordures de réemploi s'utilisent principalement pour la délimitation des voiries ou pour des applications moins exigeantes d'aménagements paysagers (délimitation, muret, marche, bancs, potelets, etc.).**

Le choix d'un type de bordure dépend des sollicitations propres à l'usage envisagé : trafic, conditions climatiques, règles urbanistiques, etc. En voirie, les bordures doivent pouvoir résister aux chocs des roues et au frottement des pneus. Elles doivent également pouvoir canaliser les eaux pluviales. Il importe donc qu'elles soient posées sur une fondation solide et suffisamment contrebutées pour ne pas déverser.

La majorité des points d'attention liés à la mise en œuvre des bordures en pierre de réemploi ne diffèrent pas de ceux liés aux bordures neuves - notamment, et de façon non exhaustive : nature et dimensions des bordures, nature de la fondation et de la couche de pose, type de jointoiement, dispositions de contrebutage, filet d'eau, nature du revêtement de voirie, etc.

Il appartient à l'auteur de projet de se reposer sur les réglementations, les règles de l'art et les normes techniques en vigueur dans ce domaine. Il est à noter que certains guides locaux de référence sur la mise en œuvre des éléments de revêtement en pierres intègrent déjà le cas des bordures de réemploi (par exemple : le référentiel Quali-route développé en Région wallonne, Belgique).

Selon les lots envisagés, le réemploi des bordures de trottoir peut nécessiter une attention particulière aux aspects suivants :

- Hauteur variable des bordures. Il est possible que les bordures présentent des hauteurs différentes en raison des irrégularités de la face inférieure. Au besoin, celle-ci peut être rattrapée en adaptant la couche de fondation.
- Longueur variable des bordures. Du fait de la longueur variable des bordures, il est plus pratique d'utiliser des pinces venant saisir les bordures dans leur largeur. Ceci implique toutefois que les bordures soient posées avant le pavage, de façon à ce qu'il y ait suffisamment d'espace pour la pince.
- Traces visibles. Les bordures avec des traces visibles d'un autre matériau (asphalte, peinture, mortier, etc.) peuvent être

réparties de façon régulière sur la longueur concernée. Si nécessaire, les bordures porteuses de ces traces peuvent aussi être réservées à des usages moins exigeants à cet égard.

- Irrégularités des extrémités. Au besoin, celles-ci peuvent être sciées de façon à offrir des surfaces latérales plates.
- Jonction avec des bordures spéciales. Lorsque des éléments neufs sont intégrés à l'ouvrage (par exemple : bordures surbaissées, bordures incurvées, éléments d'angles, etc.), il convient de s'assurer de leur compatibilité avec les bordures de réemploi prévues.

Par ailleurs, des prescriptions adéquates de mise en œuvre doivent être spécifiées pour couvrir la grande variété d'applications possibles des bordures de réemploi.

De manière générale, la recherche d'un lot avec des caractéristiques très précises peut s'avérer compliqué. Il est souvent préférable d'identifier un lot de bordures de réemploi brutes et d'envisager des opérations de traitement complémentaires. L'expertise des professionnels peut être précieuse à cet égard.

Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de bordures de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot de bordures de réemploi est constitué d'éléments de même type (bordure « de campagne » ou « de ville »), de même nature géologique (grès, granite, porphyre, calcaire blanc) voire d'un même usage d'origine (usage en voirie fréquentée, zone soumise au gel, etc.). Des lots de bordures mélangées peuvent toutefois convenir pour des applications moins exigeantes.

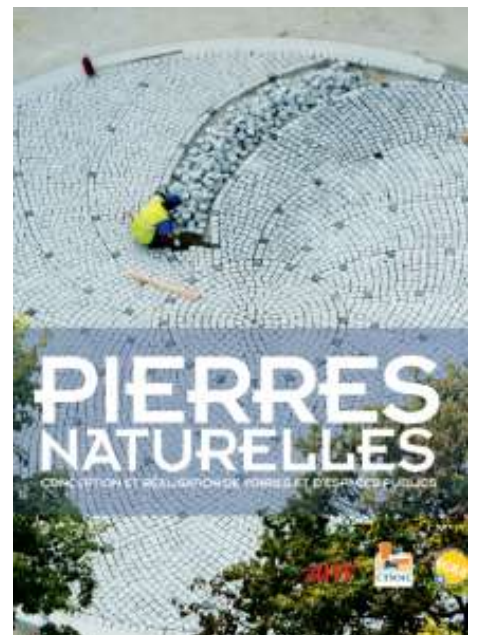
→ **Dimensions.** De manière générale, les dimensions doivent être homogènes en largeur et en épaisseur. Les bordures doivent présenter une planéité et une rectitude suffisantes. Selon la conception, le lot peut être fractionné en sous-lots de dimensions différentes. Pour limiter les coûts et favoriser l'identification de lot de bordures de récupération, il est préférable d'être assez souple sur les dimensions en optant pour une pose en longueur libre, en définissant uniquement une longueur minimale (par exemple, min. 40 cm) ou en fixant un intervalle assez large (par exemple, longueur comprise entre 80 et 120 cm). Si nécessaire, il est également possible

d'exiger des caractéristiques dimensionnelles plus précises (ainsi que des tolérances dimensionnelles plus strictes). Ceci peut avoir pour conséquence d'entraîner une transformation plus lourde du matériau (sciage, résinage).

→ **Texture et finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, il convient de préciser l'aspect des faces visibles (bouchardé, flammé, smillé, grenailé, etc.), des faces non visibles et des extrémités (scié, clivé). Selon la profondeur d'enfouissement, la face peut n'être surfacée que sur une partie de la hauteur. Celle-ci doit alors être précisée.

→ **Profil.** Idem. Si nécessaire, il convient de préciser le profil des bordures et l'état de chaque arête (scié droit, chanfrein, arrondi, avec fruit, sans exigence, etc.). Pour une plus grande homogénéité de profil, il convient d'être précis sur les dimensions (et leurs tolérances dimensionnelles respectives) et de prévoir éventuellement une transformation des bordures.

→ **Teinte.** Par nature, les pierres naturelles présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis.



Pierres naturelles - Conception et réalisation de voiries et d'espaces (2019), RGRA, 440 p., ISBN : 978-2-913414-52-5





→ **État.** Outre des traces de résidus de mortier, de peinture et de bitume, les bordures de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures légères, des cratères, des écailllements légers, des taches, des restes de mousse, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des bordures, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi - sauf pour des usages très spécifiques (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »).

Selon la nature de la roche, d'autres aspects peuvent être considérés comme des imperfections majeures. Par exemple, les bordures en roche sédimentaire (i.e. grès, calcaire) doivent nécessairement présenter un plan de clivage (et des joints stylolithiques) parallèles au sens de pose sous peine de voir la pierre se déliter. Autre exemple : certaines roches calcaires (i.e. pierre bleue) peuvent présenter des joints stylolithiques susceptibles de fragiliser la pierre. Ces imperfections peuvent parfois convenir pour les parties de bordures non visibles. Dans une large mesure, la documentation technique existante permet d'apprécier ces divers aspects au cas par cas. Des professionnels peuvent également être consultés.

Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables (par exemple : éclats, fissures et écaillages < x cm<sup>2</sup> tolérés sur les faces visibles, coins et bords cassés tolérés sur les parties non visible, etc.).

A noter que des bordures présentant des irrégularités ou des traces de bitume sont parfaitement adaptées à certaines applications et reviennent moins cher que des bordures plus calibrées.

→ **Quantités.** Pour augmenter la quantité de bordures disponibles, l'auteur de projet peut envisager de réunir différents lots (par exemple : granit + grès) et/ou de prévoir un délai pour que le fournisseur puisse réunir la quantité recherchée. Dans le cas d'un scénario de réemploi sur site, il est conseillé de prévoir un stock de bordures de réserve afin de procéder aux réparations ultérieures et de remplacer les bordures abîmées.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut être mise en place.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

#### **Astuce conception !**

*Il est préférable de commander une quantité exprimée en mètres courants plutôt qu'en nombre de pièces, étant donné les longueurs irrégulières des bordures de réemploi.*



Exemple de joints stylolithiques



Place de la Bastille, Paris (FR). Réemploi de 10 000 anciennes bordures de trottoir sciées en deux pour être transformées en dalles. © Benjamin Randow



Réemploi de bordures en marches d'escalier (FR). © Noblema

**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

La norme harmonisée européenne EN 1343 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des bordures en pierre naturelle destinées au pavage extérieur. Bien que détaillées pour des matériaux neufs issus de l'extraction et de la transformation des pierres naturelles, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des bordures de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	Les bordures de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives...). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement de bordures d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de bordures de réemploi est difficile à attester avec certitude. En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les bordures ont été démontées. Ainsi, des bordures en bon état qui ont été démontées dans une région soumises à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Autre exemple : des bordures en bon état provenant d'une rue soumise à un passage intensif de véhicules lourds témoignent d'une certaine façon de leur bonne résistance à la flexion. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur la voirie ou la région d'où proviennent les bordures.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse. La porosité ouverte d'une pierre correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Elle est exprimée en [% en volume]. Elle est généralement estimée par une mesure de l'absorption d'eau (masse d'eau absorbée par rapport à la masse d'une éprouvette sèche). Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement la sensibilité au gel de l'élément en pierre (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau). Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique relative aux pierres naturelles (voir tableau ci après). Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité tel que défini par la norme d'essai EN 1936.
<b>Caractéristiques géométriques</b>	Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri et de nettoyage des bordures de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le matériau. Dans le cas de bordures destinées à être réusinées ou retaillées, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, rayon de l'arrondi, géométrie du chanfrein, etc.) au regard de l'appareillage requis, du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage (ces divers aspects sont décrits dans la norme EN 1343). Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité et de rectitude. De manière générale, les bordures de réemploi brutes présentent des irrégularités de forme liées à la fabrication d'origine et au degré d'usure.
<b>Glissance</b>	Cette caractéristique influence le confort et la sécurité des usagers. Elle dépend principalement de la rugosité et de la texture du revêtement. Elle peut être évaluée visuellement. Plus elle est grossière, plus elle est antidérapante. Cette caractéristique évolue avec le temps, sous l'influence de l'usure du revêtement, de la présence de salissures, des conditions d'entretien, de la pente, de la densité des joints et du contexte climatique (pluviosité). L'évaluation approfondie de la résistance au glissement (encadrée par la norme d'essai EN 14231) est pertinente lorsque l'ouvrage est destiné à la circulation des piétons. La norme stipule par ailleurs que des bordures surfacées en relief ou clivées, et dont la rugosité de surface est supérieure à 1.0 mm, satisfont aux exigences de glissance sans mesures d'essai préalables.  Dans le cas des bordures de réemploi, un traitement de finition spécifique et adapté au type de pierre peut être envisagé. Certaines finitions (flamage, par exemple) peuvent éventuellement être appliquées en cours d'usage afin de satisfaire aux exigences en vigueur.
<b>Résistance à l'usure</b>	Cette caractéristique de durabilité dépend de l'intensité et de la nature du trafic, de la présence de particules abrasives et des conditions d'entretien. S'il existe une norme d'essai qui permet d'évaluer cette caractéristique avec précision (EN 14157 - essai Capon), on peut également l'approcher, pour les bordures de réemploi, en s'appuyant sur la façon dont celles-ci ont résisté aux sollicitations de leur premier usage. De manière générale, les granites et porphyres conviennent aux sollicitations intenses et résistent davantage à l'usure que les grès et les calcaires.



Caractéristiques	Commentaires
------------------	--------------

**Résistance à la flexion**

La résistance à la flexion Rf [MPa] est une caractéristique mécanique qui permet de renseigner sur la capacité à résister à des forces de flexion en usage. Elle varie selon le type de pierre et est généralement déterminée au moyen d'essais de flexion encadrés par la norme EN 12372.

La résistance à la flexion permet de déterminer la charge de rupture [kN] admissible des bordures, en fonction de leurs dimensions, selon la formule suivante :

$$P = \frac{Rf \times W \times t^2}{1500 \times L \times Fs} \quad \text{où } P : \text{ charge de rupture [ kN ]}$$

W, L, t : largeur, longueur et épaisseur [mm]

Rf : résistance à la flexion [MPa]

Fs : facteur de sécurité, généralement Fs = 1,6

Dans le cas des bordures de voiries, les exigences applicables peuvent se résumer au tableau suivant :

Usage recommandé	Charge de rupture (kN)
décoration	pas d'exigence
usage piétonnier uniquement	> 0.75
zones piétonnières et cyclables	> 3.5
accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage	> 6
zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours	> 9
zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds	> 14
routes et rues	> 25

Néanmoins, dans le cas des bordures de réemploi, on peut supposer que des éléments ayant été, au cours de leur vie, soumis à des sollicitations élevées, continueront à satisfaire à des niveaux d'exigence similaires ou inférieurs. Un examen détaillé des conditions d'usage initial permet dès lors d'apprécier la capacité de résistance à la flexion des bordures de réemploi, sans mesure d'essai spécifique.

**Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)**

Pour une application extérieure, les éléments en pierre naturelle doivent pouvoir résister au gel/dégel sans que leur aspect ou que leurs caractéristiques mécaniques ne soient affectés. La provenance et l'état d'un lot de bordures de réemploi peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de bordures anciennes sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance (EN 12371). Il importe donc de se renseigner sur l'origine géographique du lot pour s'assurer des conditions climatiques d'origine (par exemple, un lot provenant d'un climat continental au nord de l'Europe conviendra vraisemblablement à une application dans le climat méditerranéen du sud de la France. L'inverse n'est pas forcément vrai). De manière générale, les bordures les moins résistantes qui ont subi des dégâts dûs au gel auront été vraisemblablement écartées lors des étapes de tri et de nettoyage.

**Résistance aux salissures**

Cette caractéristique dépend fortement de la porosité des pierres et du degré de finition. Il est possible d'évaluer cette performance en observant le degré de salissure sur la face visible des bordures de réemploi non transformées (non sciées). Si nécessaire, des traitements de surface spécifiques peuvent également être préconisés pour améliorer cette performance, en ralentissant l'infiltration de substances huileuses dans les vides de la pierre (traitement de surface avec des silanes, des siloxanes, du téflon, etc).

A titre indicatif, le tableau suivant reprend quelques-unes des performances connues de quelques familles de roches constitutives des bordures fréquemment réemployées. Il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de bordures de la même roche peuvent présenter des performances assez différentes.

	Masse volumique apparente (kg/m³)	Résistance à la flexion (MPa)	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	20 - 30	peu poreux (0,5 à 10%)	++(+)
<b>Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)</b>	< 2500	-	poreux (5 à 50 %)	++
<b>Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)</b>	> 2500	10 - 25	peu poreux (0,2 à 5%)	++
<b>Porphyre</b>	2000 - 2800	15 - 30	très peu poreux (0,2 à 2%)	+++
<b>Granite</b>	2500 - 3000	15 - 30	très peu poreux (0,2 à 2%)	+++





**Disponibilité**

Il existe de nombreux professionnels qui vendent des bordures en pierre naturelle de réemploi. Cependant les stocks des fournisseurs ne sont pas toujours stables. Il est recommandé de se renseigner assez tôt auprès des professionnels en cas de grosse commande (plusieurs centaines de mètres linéaires).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le format, les dimensions et le type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé.

- Bordures de campagne de réemploi : ~ 25 - 30€ /mètre linéaire
- Bordure de route de réemploi : ~ 40 - 70€ /mètre linéaire

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)



Place du Panthéon, Paris (FR). Les Monumentales (Emma Blanc, Collectif ETC, Genre et Ville, Albert and co.). Réemploi de 400 bordures de trottoir (ou blocs) de granit en aménagement paysager. © Lucas Bonnel et © Samuel Colin-Canivez

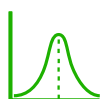


**Le saviez-vous ?**

Les éléments de voirie en granit rose qu'on trouve actuellement sur le marché du réemploi en Belgique trouvent leur origine dans des carrières suédoises. Ces pavés et bordures étaient utilisés comme ballast dans les cales des navires qui circulaient entre la Belgique et la Suède. Une fois déchargés dans les villes portuaires, ils y trouvaient de nouveaux usages dans les travaux d'aménagement des espaces publics.



Lower Mystic Lake House (USA). Reclamation of stone kerbs. © matthew-cunningham.com



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 100 mètres linéaire de bordure en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~680 à ~7 880 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de bordures neuves (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~4 050 à ~47 250 km effectué dans une petite voiture diesel.

Dans le cas où le réemploi des bordures en pierre naturelle se substitue à des bordures neuves en béton, ce gain est également intéressant.

<b>Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)</b>	kg CO <sub>2</sub> eq./m linéaire	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de donnée INIES (FR) - Donnée générique - Bordure en pierre naturelle *	35,8	-
Base de donnée INIES (FR) - Donnée générique - Bordure en béton **	29,0	-
Base de donnée ICE (UK) - Granite ***	78,8	0,7
Base de donnée ICE (UK) - Calcaire ****	10,1	0,09
Base de donnée ICE (UK) - Grès *****	6,8	0,06

\* Valeur indicative pour assurer la fonction d' 1 mètre linéaire de bordure de voirie en pierre naturelle pendant une durée de vie de référence de 150 ans.

\*\* Valeur indicative pour assurer la fonction d' 1 mètre linéaire de bordure de voirie en béton pendant une durée de vie de référence de 50 ans.

\*\*\* Valeur indicative pour 1 mètre linéaire de bordure en granite (largeur = 15 cm, épaisseur = 30 cm, masse volumique = 2500 kg/m<sup>3</sup>).

\*\*\*\* Valeur indicative pour 1 mètre linéaire de bordure en calcaire (largeur = 15 cm, épaisseur = 30 cm, masse volumique = 2500 kg/m<sup>3</sup>).

\*\*\*\*\* Valeur indicative pour 1 mètre linéaire de bordure en grès (largeur = 15 cm, épaisseur = 30 cm, masse volumique = 2500 kg/m<sup>3</sup>).

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



## Description du matériau

**Les pavés en terre cuite (également appelés « briques de pavage » ou « klinkers ») sont un matériau de revêtement extérieur assez répandu en Europe de l'Ouest (principalement aux Pays-Bas, en Allemagne et dans le Nord de la Belgique).**

Ces pavés se prêtent particulièrement bien au réemploi. Une étude réalisée aux Pays-Bas en 2009 et commanditée par des fabricants de briques estimait à 90% le pourcentage de pavés en terre cuite réemployés par les municipalités et les particuliers. Les raisons de ce taux impressionnant sont notamment la très grande résistance des pavés, leur relative facilité de démontage et leur capacité à vieillir de façon harmonieuse.

Bien qu'ils s'apparentent aux briques de construction, ils s'en différencient par leur mode de production et leurs propriétés. Les pavés en terre cuite se composent généralement d'un mélange d'argiles (primaires et secondaires), de roches volcaniques et/ou de chamotte, auxquels sont éventuellement ajoutés des pigments naturels. Ces ingrédients sont mélangés avec de l'eau, pétris, façonnés, séchés puis cuits à une température de 1.100 à 1.200°C. Le produit fini présente une très grande dureté et une faible porosité, ce qui convient parfaitement au pavage extérieur. Les pavés résistent au gel extrême, à la pression, à l'usure et aux substances agressives.

Les pavés en terre cuite sont qualifiés de très durables. Ils peuvent facilement conserver leurs propriétés d'origine pendant plus d'un siècle - et parfois même plusieurs siècles. Leur mode de mise en œuvre étant traditionnellement réversible (pose sur lit de sable), ils sont couramment récupérés en vue d'être réemployés. Cette pratique est très fréquente au Pays-Bas, où il n'est pas rare de trouver des fournisseurs de pavés de réemploi (qui complètent parfois leur offre avec des pavés neufs).

Jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les pavés en terre cuite étaient parfois considérés comme un coproduit issu de la production des briques de maçonnerie (dites « ordinaires ») dans les fours traditionnels. Ceux-ci assuraient en effet une répartition inégale de la chaleur de sorte qu'un lot de briques enfourné en même temps présentait différents degrés de cuisson. Les éléments les plus cuits et donc les plus durs étaient alors réservés pour des applications en pavage extérieur.

Par la suite, avec l'expansion du trafic motorisé, des fours spécifiques ont été conçus pour produire industriellement des pavés en terre cuite.

Les pavés en terre cuite ne doivent pas être confondus avec les briques ordinaires employées dans la fabrication des murs (moins dures et plus poreuses), ni avec leurs homologues en béton (également parfois appelés « klinkers » et composés de béton de ciment). Ces derniers se reconnaissent par la présence de granulats dans la masse du pavé. Dans ce document, seuls les pavés en terre cuite sont abordés, bien que plusieurs principes explicités s'appliquent également au réemploi d'autres matériaux de pavage.

Il existe une grande diversité de modèles de pavés en terre cuite de réemploi, qui reflètent parfois des spécificités régionales historiques. Plusieurs critères permettent de les distinguer :

→ *Mode de production - forme.*

- **Pavés moulés** : les pavés sont formés séparément par moulage de l'argile au moyen d'une presse mécanique. Les faces supérieures et inférieures se distinguent parfois au niveau de leur texture (la face supérieure pouvant être légèrement plus sablée ou rugueuse). Il s'agit d'un type très courant en Europe continentale.
- **Pavés étirés** : l'argile est pressée au travers d'un moule en une masse continue et coupée en morceaux de format régulier. La finition des pavés étirés est généralement lisse sur toutes les faces. Ils sont moins poreux en raison de la proportion d'argile primaire plus importante utilisée pour leur fabrication. Il s'agit d'un type très courant en Allemagne et au Royaume-Uni.

→ *Mode de production - cuisson.*

- **Cuisson ancienne, ou « Old baked »** : traditionnellement, les pavés étaient cuits dans des fours en briques chauffés au bois et au charbon. La répartition de la chaleur dans le four n'étant pas homogène, cela entraînait des variations dans les propriétés des pavés issus d'une même cuisson (porosité, dureté, couleurs, etc.).
- **Cuisson moderne, ou « New baked »** : les pavés contemporains sont majoritairement produits dans des fours tunnels industriels, capables d'assurer une répartition plus uniforme de la température de cuisson. Les pavés récents ont donc des propriétés plus homogènes (mais pas nécessairement meilleures) que leurs prédécesseurs.

Les expressions « Old baked » et « New baked » ne sont pas des termes scientifiques. Il s'agit plutôt d'appellations commerciales dont l'usage peut varier d'un fournisseur à l'autre. Parfois, les pavés nouvellement produits sont également appelés « Old baked » et, inversement, il existe sur le marché des pavés de réemploi « New baked ».

→ *Aspects.* Selon les modèles et le degré d'usure, les pavés en terre cuite de réemploi présentent une texture lisse, rugueuse, légèrement sablée ou plus texturée. Les arêtes sont droites, arrondies ou émoussées, avec ou sans chanfreins. Certains pavés récents sont expressément tambourinés afin d'imiter l'usure naturelle et leur donner un aspect rustique. Ils ne doivent pas être confondus avec des pavés authentiquement réemployés ! Les pavés dits « drainants » présentent des excroissances de quelques millimètres sur les chants (appelées entretoises ou écarteurs) afin de maintenir un écart systématique et permettre l'infiltration des eaux pluviales. Les pavés de réemploi peuvent présenter des restes de peinture (e.a. marquage routier). De légères traces de mortier résiduel ou de sable peuvent également subsister.



Pavés en terre cuite de réemploi



Pavés en béton de réemploi



Briques de maçonnerie de réemploi





**Klink !**

Le saviez-vous ? Le mot « klinker » est dérivé du son clair que produisent les pavés lorsqu'ils s'entrechoquent.

→ **Teintes.** La couleur des pavés en terre cuite est déterminée par la composition de l'argile, la température de cuisson et la présence éventuelle d'additifs minéraux. Les coloris sont souvent dans les tons bruns, rouges, violets et jaunes.

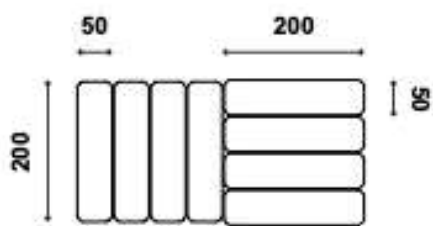
→ **Formats.** Il existe de nombreux formats de pavés de réemploi, selon l'application d'origine et les spécificités régionales. A titre indicatif, le **Tableau 1** reprend quelques formats de pavés courants sur le marché du réemploi (principalement dans les régions néerlandophones). Il convient de noter que les dimensions réelles peuvent légèrement différer des valeurs ci-dessous. On trouve parfois d'autres formats moins courants (e.a. formats carrés, longs, etc.).



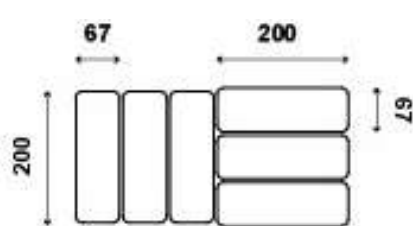
Showroom d'un fournisseurs de pavés en terre cuite de réemploi © [VSB Sierbestrating](#)

*Tableau 1 : Dimensions des formats les plus courants de pavés en terre cuite de réemploi.*

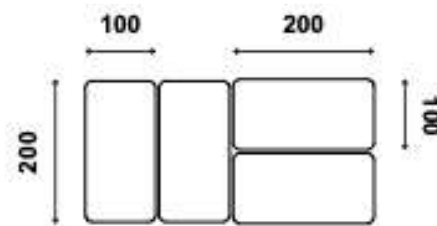
Format	Longueur × largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Nombre de pavés/m <sup>2</sup>
Format waal	~ 200 × 50 (proportion 4:1)	~ 60 à 90	~ 100 (pose à plat)
Format épais	~ 200 × 67 (proportion 3:1)	~ 60 à 90	~ 73 (pose à plat)
Format kei	~ 200 × 100 (proportion 2:1)	~ 50 à 90	~ 50 (pose à plat)
Format rijntjes	~ 180 × 45	~ 60 à 90	~ 120 à 145 (pose sur chant)
Format ijseltjes	~ 160 × 40	~ 60 à 70	~ 135 à 160 (pose sur chant)



**4:1**



**3:1**



**2:1**



Format waal, mélange de couleurs © [Rebricks](#)



Format épais, rouge © [Rebricks](#)



Format kei, rouge © [Rebricks](#)



### Récupération du matériau

**Dans la grande majorité des cas, les pavés en terre cuite sont faciles à récupérer. Pour un réemploi sur le même site, il est possible de réaliser sur place les opérations de tri et de nettoyage pour autant que les conditions le permettent (notamment en termes d'espace). La plupart du temps, les pavés sont démontés par des entreprises spécialisées qui peuvent aussi se charger de livrer des lots prêts à la pose. Ces professionnels sont en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Recherches préliminaires et tests de démontage.** Ceux-ci permettent de vérifier la faisabilité et la rentabilité de la dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au fabricant d'origine des pavés, au modèle et aux dimensions. Il peut être utile de collecter des informations relatives à la voirie d'origine afin de corroborer certaines caractéristiques du matériau (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »).

La nature du lit de pose et les caractéristiques des joints sont les principaux facteurs qui affectent la facilité du démontage. En général, les pavés sont posés sur un lit de sable avec des joints de sable (pose souple), une méthode de pose parfaitement réversible. La présence de mortier de ciment ou d'asphalte (pose rigide) peut en revanche compliquer la dépose.

Il convient également de s'assurer que les pavés n'ont pas été contaminés. Trois types de contamination peuvent être contrôlés :

- Contamination du sol ou de la fondation du pavage (e.a. amiante, goudron, pétrole sur d'anciens sites industriels) susceptible d'impacter les pavés.
- Contamination de la surface supérieure des pavés, par exemple par de l'huile, du goudron, de la peinture, des thermoplastiques, etc. Ce type de contamination peut être caractérisé visuellement. Souvent, les surfaces de pavage contaminées sont marquées avant de procéder à la dépose, dans le but de les séparer des pavés « sains ». Une pollution limitée par les hydrocarbures est cependant parfois admissible (voir § « Substances dangereuses et précautions »).

- Contamination due à la lixiviation des pavés. Dans de rares cas, il arrive que certains pavés anciens libèrent des substances polluantes qui les constituent. Pour s'en assurer, une analyse en laboratoire est requise. Parfois, les spécialistes et/ou les autorités locales peuvent également fournir de plus amples informations à ce sujet. Des recherches menées dans la région d'Amsterdam ont par exemple montré qu'aucun pavé ne présentait une forme de contamination susceptible d'empêcher son réemploi en pavage extérieur (voir aussi § « Substances dangereuses et précautions »).

→ **Dépose.** Lors du démontage, le principal point d'attention consiste à s'assurer de conserver une certaine homogénéité des lots. Dans la pratique, l'attention est principalement portée sur le format des pavés et moins sur la couleur. Le risque de détérioration du matériau est généralement faible lors du démontage. Les pavés posés sur lit de sable sont usuellement enlevés mécaniquement à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un bac à claire-voie (ou dégrilleur). Au cours de cette étape, les pavés sont secoués afin d'éliminer une grande partie des résidus de sable et de terre. À l'issue de cette opération, la fraction sableuse et terreuse résiduelle sur les pavés ne représente plus que 3% environ de la masse des pavés. Dans les rares cas où les pavés n'ont pas été placés sur un lit de sable, il peut être nécessaire d'effectuer un nettoyage manuel spécifique pour éliminer les restes de mortier (lit de pose et/ou joints).

→ **Traitements.** Mis à part un nettoyage grossier et un tri qualitatif, les pavés en terre cuite de réemploi ne subissent généralement aucun traitement. Le nettoyage peut être effectué sur site ou chez un spécialiste. Les lots de pavés démontés sont généralement manipulés sur des bandes transporteuses. Les critères de tri varient selon les fournisseurs. De manière générale, les pavés cassés ou détériorés sont écartés (le taux de perte est estimé à 10-15 %). Les pavés en bon état sont triés par format. Le tri par couleur n'est pas systématique. Il dépend essentiellement de l'homogénéité du lot d'origine. En règle générale, plus un lot de pavés de réemploi nettoyés et triés est homogène, plus son prix de vente est élevé. Souvent, les fournisseurs spécialisés combinent des lots de pavés similaires mais d'origines différentes.

S'il y a néanmoins des raisons de douter de la qualité d'un lot, ou si les pavés n'ont pas été correctement nettoyés/secoués, un tri spécifique peut également être effectué sur base d'un contrôle :

- visuel : les pavés sont inspectés et les éléments présentant des dommages importants sont retirés. Les pavés peuvent être irréguliers mais doivent avoir au moins une face en bon état. Lorsque des restes de peintures, de mortier ou de l'asphalte sont présents à la surface d'un pavé, la face opposée doit être en bon état. La présence des mousses ou lichens en surface indique une porosité élevée dont il faudra tenir compte pour la future application.
- auditif : pour vérifier que les pavés en terre cuite sont intacts, solides et non poreux, il est possible de les entrechoquer ou de les tapoter avec un objet dur. Un son clair et retentissant signifie que leur intégrité structurelle n'a pas été compromise.
- mécanique : les pavés sont frottés afin de contrôler la porosité. Un pavé qui s'éaille est généralement considéré trop poreux.



Dépose des pavés au moyen d'un bac à claire-voie (ou dégrilleur) © VSB Sierbestrating





En principe, les pavés en terre cuite de réemploi ne subissent pas d'autres traitements. Parfois, ils sont brossés ou rincés manuellement ou mécaniquement avant ou pendant le processus de palettisation. Depuis peu, aux Pays-Bas, des lignes de nettoyage entièrement automatisées permettent de nettoyer/laver les pavés, de vérifier qu'ils ne présentent pas de déviations dimensionnelles et de les conditionner directement en palettes selon un appareillage spécifique, afin qu'ils puissent être remplacés mécaniquement (voir § « Applications et mise en œuvre »).

Les pavés qui se cassent lors du démontage et du nettoyage sont en grande partie inutilisables pour le réemploi. Toutefois, il est possible de conserver une petite quantité de demi-pavés pour les raccords et les angles selon le type d'assemblage prévu lors de la remise en œuvre. Certains fournisseurs professionnels sont aussi en mesure de livrer ces formats intermédiaires (e.a.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ).

→ **Stockage et conditionnement.** Les pavés en terre cuite non triés sont généralement stockés en vrac dans des silos extérieurs. Une fois triés, les pavés sont à nouveau stockés et livrés en vrac ou conditionnés sur palettes ou en big bag.

Les pavés prêts à la pose sont clairement identifiés et étiquetés par lots homogènes. Ils sont généralement revendus au m<sup>2</sup>. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir une fiche technique reprenant les caractéristiques des pavés (format, dimensions nominales et tolérances, couleur, aspect, applications prévues) ainsi que leur provenance.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Stockage en big bag et sur palette © Opalis (VSB Sierbestrating)



Stockage en vrac © Opalis (VSB Sierbestrating)



Stockage en vrac des pavés en terre cuite de réemploi © Tuinmaterialen Meynen



## Applications et mise en œuvre

**Les pavés de réemploi sont principalement utilisés comme éléments modulaires pour le pavage extérieur, pour des applications soumises à des sollicitations modérées (trottoirs, piétonniers, places, allées, etc.) ou plus intenses (voiries carrossables, parkings, etc.). Ils conviennent également aux applications de génie civil telles que les murs de soutènement, les quais, les escaliers, etc., ainsi qu'aux revêtements de sol intérieurs et aux toitures-terrasses.**

De manière générale, la remise en œuvre des pavés en terre cuite de réemploi ne diffère pas de celle des pavés équivalents neufs. Le choix du type de pavé dépend des sollicitations propres à l'usage envisagé : trafic attendu, conditions climatiques, niveau sonore, perméabilité du revêtement, règles urbanistiques, etc. Le pavé en tant que tel ne fait pas tout. La technique de pose envisagée contribue aussi grandement à l'atteinte des exigences attendues - notamment, et de façon non exhaustive, selon la nature de la fondation et de la couche de pose (sable, sable stabilisé ou mortier), le jointoiement, l'appareillage, la nature des éléments de blocage, le drainage, l'encrassement, etc. De même, la qualité de la mise en œuvre peut faire toute la différence entre un revêtement de sol conforme aux attentes et un revêtement qui n'y satisfait pas (par exemple, en matière de planéité). Il appartient aux prescripteurs de se reposer sur les réglementations nationales, les règles de l'art et les normes techniques en vigueur dans ce domaine (notamment la norme européenne pour le pavage extérieur EN 1344).

### Pose mécanique !

Aux Pays-Bas, depuis une dizaine d'années, la réglementation rend obligatoire la pose mécanique de pavés pour les travaux publics dans la plupart des circonstances. Ces dispositions ont été prises au regard du remplacement fréquent de certains revêtements et de la pénibilité du travail. Pour pouvoir poser mécaniquement les pavés selon l'appareillage souhaité, ce qui ne laisse pratiquement aucune chance aux petits écarts de dimension ou aux formes décalées. Ce principe ne convient donc pas aux pavés les plus irréguliers (souvent les pavés les plus anciens). Pour les travaux publics, il est donc recommandé au pouvoir adjudicateur de s'accorder à ce sujet avec les fournisseurs.

L'appareillage influence l'esthétique du revêtement, sa facilité de mise en œuvre et le nombre de découpes nécessaires à sa réalisation. Certains appareillages, comme les appareillages en épi, en chevrons et à bâtons rompus, offrent une meilleure résistance au trafic motorisé (résistance au freinage, à l'accélération et au trafic tournant).

La présence d'un chanfrein ou de tenons d'écartements permet de limiter l'endommagement des arêtes en cas de trafic important. Ils ne sont par contre pas recommandés pour les surfaces soumises au passage de chariots à roulettes (e.a. centres commerciaux).

Les pavés de réemploi sont généralement posés avec la face ancienne (c'est-à-dire la face qui était visible dans l'application d'origine) vers le haut, pour faire ressortir la patine. Il est aussi envisageable d'inverser ou d'alterner les faces.

Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et spécifiées lors de l'élaboration des spécifications techniques pour la livraison d'un lot de pavés en terre cuite de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot est constitué de pavés du même modèle (format, couleur, avec ou sans entretoises, avec ou sans chanfrein, etc.). Dans la plupart des cas, les fournisseurs professionnels proposent des lots de pavés homogènes mais de provenances différentes.

→ **Format.** Les dimensions des pavés doivent être homogènes. Les lots de pavés anciens peuvent présenter des variations de dimensions par rapport aux dimensions standards décrites au § « Description du matériau ». De légères variations de dimension entre les pavés au sein d'un même lot sont également fréquentes pour les pavés les plus anciens. De manière générale, les fournisseurs professionnels composent souvent des lots aussi homogènes que possible. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par le prescripteur en fonction des contraintes de mise en œuvre, éventuellement en consultation avec un fournisseur. Certains lots sont parfois composés de pavés de longueur inégale.

A noter que les pavés peuvent être posés sur chant ou à plat. Pour les modes de pose nécessitant des demi-pavés ou autres pièces d'ajustement, il est nécessaire de préciser les dimensions (e.a.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ) et les quantités souhaitées.

### Penser réversible !

Certains modes de pose compliquent voire empêchent la récupération des pavés. C'est notamment le cas de la pose rigide, impliquant des mortiers et liants hydrauliques. En ce sens, dès que c'est possible et à performances comparables, il est préférable de privilégier une pose souple (assise souple, lit de pose en sable et joints en sable). Réalisé dans les règles de l'art, ce mode de pose s'avère très résistant aux efforts, est facilement réparable et ne provoque pas de désordres de type soulèvement ou fissuration.

→ **Teinte et aspect.** Des variations de teinte et d'aspect sont fréquentes. Dans le cas des pavés en terre cuite de réemploi, ces variations sont principalement dues au mode de production et à l'origine des lots. Les lots de pavés de réemploi provenant des revendeurs professionnels sont généralement assez mélangés pour obtenir un bon rendu esthétique. En cas de doute, les pavés peuvent à nouveau être mélangés lors de la mise en œuvre. Étant donné que les pavés ne sont pas toujours triés par couleur, il est également possible d'opter pour une surface « mixte » composée de pavés de différentes couleurs. Il est également possible de jouer avec des alternances, aléatoires ou non, entre les faces patinées et celles non patinées.

→ **Etat.** Outre de légères traces de résidus de sable ou de mortier, les pavés en terre cuite de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des cratères, ou des écailllements légers, des taches, des traces de peinture, des restes de mousse, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des briques ainsi que leur remise en œuvre mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »). Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre.



**Astuce conception !**

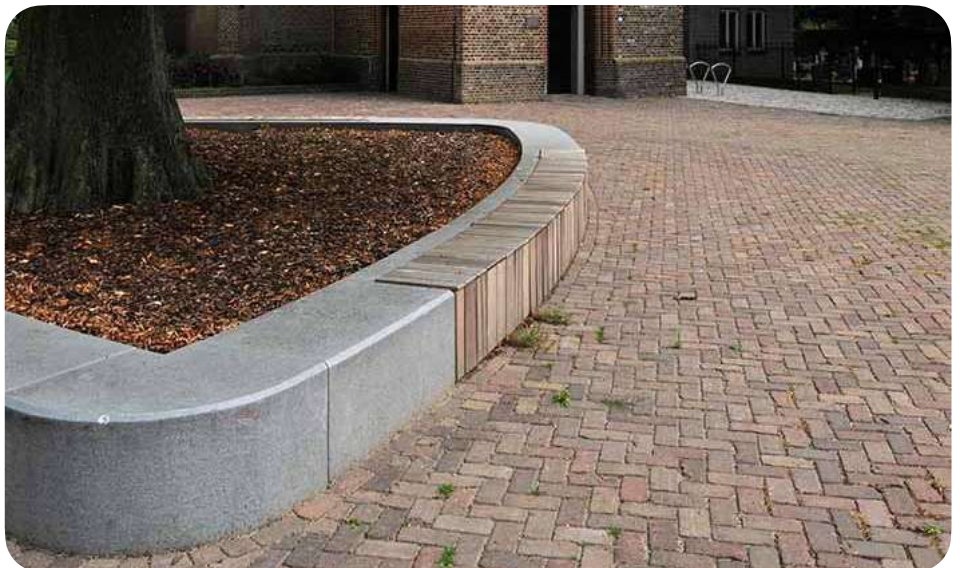
Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le concepteur peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des assemblages et des motifs différents sur la surface à paver).

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Pour limiter le risque de ne pas retrouver le modèle, il convient de prêter une attention particulière aux quantités commandées. Il peut être utile de prévoir un stock de pavés de réserve afin de procéder à d'éventuelles réparations ultérieures.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Rénovation de trottoir en pavé de terre cuite de réemploi, Bergen (NL), 2020 © Stone Base



Aménagement d'une place en pavé de terre cuite de réemploi, Macharen (NL), 2020 © Stone Base



Aménagement d'une place en pavé de terre cuite de réemploi, Schijndel (NL), 2020 © Stone Base



## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La norme harmonisée européenne EN 1344 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des pavés en terre cuite neufs destinés à un usage extérieur ou intérieur. Bien que détaillées pour les produits neufs ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des pavés de réemploi. La documentation technique du fabricant d'origine, si elle est disponible, peut fournir des informations précieuses sur les propriétés du matériau. A noter que des exigences supplémentaires sont parfois d'application au niveau national.

### Astuce !

Si les performances doivent être déterminées en laboratoire, il convient d'établir un échantillonnage représentatif du lot considéré. Le nombre et les dimensions des échantillons à prélever dépendent du type d'essai à réaliser. Pour que les résultats des essais soient exploitables, la procédure d'échantillonnage doit être rigoureuse. Un professionnel peut vous accompagner dans ce travail pour choisir les échantillons et les essais à mener. Les procédures d'essais peuvent être définies au regard des usages antérieurs et ultérieurs des pavés.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	<p>Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré d'usure des pavés et à la qualité du tri. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer. La norme EN 1344 préconise que l'écart tolérable par rapport aux dimensions nominales ne peut excéder <math>0,4 \sqrt{d}</math> (où <math>d</math> correspond à la dimension de fabrication. Par extension, dans le cas du réemploi, <math>d</math> peut correspondre à la dimension moyenne du lot).</p> <p>En pratique, les variations dimensionnelles et l'écart à la moyenne peuvent être estimées sur base d'un échantillon de pavés mis bout à bout selon la dimension à évaluer. Généralement, les lots de pavés plus récents et correctement triés satisfont aux exigences dimensionnelles de la plupart des applications. Pour les lots de pavés anciens, il est conseillé de déterminer avec le fournisseur la tolérance dimensionnelle acceptable, en fonction de l'application et du mode de pose (voir encadré « Pose mécanique ! »).</p>
<b>Masse volumique</b>	<p>La masse volumique des pavés en terre cuite est généralement supérieure à 1700 kg/m<sup>3</sup>. Cette caractéristique peut être estimée simplement au moyen d'une balance et d'un mètre ou être déterminée avec précision en laboratoire.</p>
<b>Porosité et absorption d'eau</b>	<p>Étant donné leur masse volumique élevée, la porosité des pavés en terre cuite est en général suffisamment faible pour assurer leur étanchéité. Cette caractéristique évolue peu avec le temps et les lots de pavés anciens maintiennent généralement de bonnes propriétés à cet égard. Il convient cependant de prêter une attention particulière à l'état des pavés (voir § « Récupération du matériau »). L'évaluation précise de la porosité (ou mesure de l'absorption d'eau) peut également être déterminée avec précision au moyen de tests en laboratoire.</p>
<b>Résistance aux cycles gel/dégel (et au sel de déverglaçage)</b>	<p>La provenance et l'état d'un lot de pavés peuvent fournir une indication utile sur leur résistance au gel/dégel. Des pavés en bon état qui ont été démontés dans une région soumises à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Si des doutes subsistent, des tests en laboratoire permettent de s'en assurer. Il en va de même pour la résistance au sel de déverglaçage.</p>
<b>Résistance à la rupture transversale</b>	<p>Cette caractéristique indique la capacité du matériau à résister aux charges. Les charges peuvent varier fortement selon les applications (e.a. statiques vs dynamiques, zone piétonne vs. voie carrossable). La résistance à la rupture transversale est fonction de l'épaisseur des pavés. Il est couramment admis que les pavés doivent avoir une épaisseur égale ou supérieure à 80 mm pour les chaussées à fort trafic. L'usage et le type de sollicitation définissent donc l'épaisseur requise et, par extension, le mode de pose. Certains pavés en terre cuite peuvent être posés dans plusieurs sens, par exemple à plat et sur chant. En pratique, les pavés dont la hauteur est inférieure à 40 mm sont posés sur lit de sable stabilisé ou lit de mortier, et non sur lit de sable flexible. Pour les pavés posés sur lit flexible, la proportion entre la longueur et la hauteur ne doit pas être supérieure à 6 mm.</p> <p>Des informations sur la voirie d'origine permettent parfois d'évaluer cette caractéristique (i.e. des pavés en bon état provenant d'une rue soumise à un passage intensif de véhicules lourds témoignent d'une certaine façon de leur bonne résistance mécanique). Si nécessaire, un test de flexion à trois points en laboratoire peut apporter une mesure précise sur la résistance mécanique des pavés.</p>



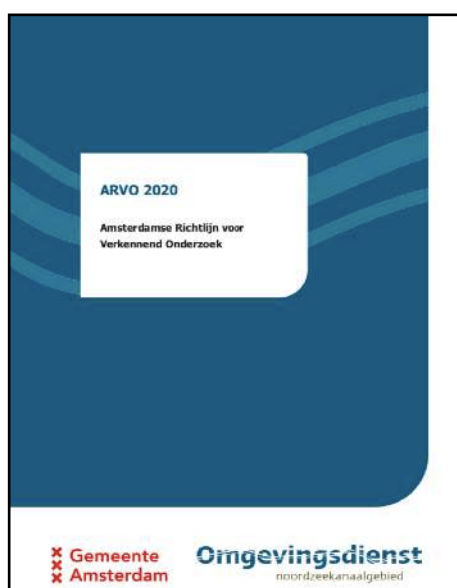


Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance à l'usure</b>	Cette caractéristique concerne les faces apparentes. Une évaluation des conditions d'usure de la voirie d'origine (e.a. durée de mise en service, densité du trafic, etc.) couplée à un mesure des dimensions des pavés permettent généralement d'apprécier l'usure du matériau. Si nécessaire, l'évaluation précise de la résistance à l'usure peut également être déterminée avec précision au moyen de tests en laboratoire.
<b>Résistance à la glissance (et au dérapage)</b>	<p>Cette caractéristique influence le confort et la sécurité des usagers. Elle est déterminée par la texture des pavés, leur degré d'usure et les caractéristiques des joints (e.a. densité, épaisseur, etc.). Elle peut évoluer dans le temps sous l'influence de l'usure, de la pente, de la densité des joints et du contexte climatique (pluviosité).</p> <p>De manière générale, des pavés en terre cuite de réemploi d'aspect rugueux présentent une résistance suffisante à la glissance. De plus, au cours de la remise en œuvre, les pavés peuvent être légèrement ré-abrasés par le processus de jointoiement. L'évaluation approfondie (par des tests en laboratoire) de la résistance à la glissance est pertinente lorsque l'ouvrage est destiné aux piétons et de la résistance au dérapage lorsque l'ouvrage est destiné à la circulation de véhicules.</p>
<b>Comportement et résistance au feu</b>	La nature et la composition du matériau satisfont à la classe de réaction au feu A1 selon la norme EN 13501-1. Il n'est pas nécessaire de vérifier cette exigence si les pavés ne contiennent pas plus de 1% de matière organique en masse (ce qui est presque toujours le cas en raison du processus de cuisson) et si aucun revêtement de protection n'est appliqué sur les pavés.

### Substances dangereuses et précautions

- **Lixiviation.** En 2017, la ville d'Amsterdam a commandé une étude sur le lessivage des pavés en terre cuite sur son territoire. Il en ressort qu'aucune forme de lessivage inacceptable n'a été constatée dans les matériaux étudiés. Le rapport conclut que dans la mesure où ils ne sont pas contaminés de l'extérieur, d'un point de vue sanitaire et environnemental, tous les pavés en terre cuite présents sur leur territoire et tous les pavés comparables en âge, type et composition, peuvent être réutilisés.
- **Contamination de la surface par l'huile.** La ville d'Amsterdam précise également qu'une contamination limitée de la surface par l'huile est acceptable (max 0,5 m<sup>2</sup> / surface souillée). Les autres types de contamination de surface ne sont pas autorisés, quelle que soit la surface.
- **Amiante et goudron.** Les fondations contaminées par de l'amiante ou du goudron peuvent contaminer les pavés.

### Références



Service de l'environnement de la Région du Canal de la Mer du Nord, « Apporter sa pierre à l'édifice. Un guide pour le réemploi des matériaux de voirie dans la commune d'Amsterdam », 2018 (en néerlandais). [https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/909255/gams2020049\\_arvo\\_rapport\\_r1.pdf](https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/909255/gams2020049_arvo_rapport_r1.pdf)

« Taux de réemploi des briques de pavage aux Pays-Bas ». Résumé du rapport final de l'Association royale des fabricants de briques néerlandais, 2009 (en néerlandais). <https://www.knb-keramiek.nl/media/2264/9v1632-samenvatting-eindrapport-30nov.pdf>



**Disponibilité**

Le marché professionnel des pavés en terre cuite de réemploi est assez développé. Les quantités disponibles peuvent varier en fonction du public cible des fournisseurs professionnels (particuliers ou municipalités).

A titre indicatif, pour des lots de pavés de réemploi de même modèle :

Fréquent	< 100 m <sup>2</sup>
Occasionnel	100 → 500 m <sup>2</sup>
Rare	> 500 m <sup>2</sup>

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)



[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon la disponibilité du format et du type de pavé, ainsi que du degré de tri. Un pavé trié est souvent plus cher qu'un pavé non trié mais il est aussi plus simple à placer.

- *Format waal* : 20 - 60 €/m<sup>2</sup>
- *Format épais* : 20 - 40 €/m<sup>2</sup>
- *Format kei* : 20 - 35 €/m<sup>2</sup>
- *Format rijntjes* : 35 - 60 €/m<sup>2</sup>
- *Format ijseltjes* : 60 - 120 €/m<sup>2</sup>

Les pavés de petit format nécessitent plus de pièces pour couvrir la même surface. En outre, le coût de pose sera également plus élevé.



Processus de nettoyage et de conditionnement automatisé de pavés en terre cuite de réemploi.  
© NH Nieuws, 2018  
(<https://www.youtube.com/watch?v=lmeWIMkrwoU>)

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée générique - Briques de parement, pavés en terre cuite et plaquettes de briques *	26,1	255,5
Base de donnée NIBE (NL) - Pavés en terre cuite de voirie, format épais, durée de vie 75 ans *	52,6	515,7

\* Valeurs indicatives pour des pavés d'épaisseur 60 mm et de masse volumique 1700 kg/m<sup>3</sup>.



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de pavés en terre cuite de réemploi permet de prévenir la production de ~2.610 à ~5.260 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de pavés en terre cuite neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à la quantité d'émissions provoquées par une petite voiture diesel roulant sur une distance de ~15.600 à ~31.500 km.



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description du matériau

Les panneaux de coffrage en bois de type « steenschotten » sont un véritable classique sur le marché du réemploi en Belgique et aux Pays-Bas et, dans une moindre mesure, en France et en Allemagne. Ces panneaux trouvent leur première application dans l'industrie du béton où ils sont utilisés comme supports pour vibrer et sécher les produits préfabriqués en béton (blocs, pavés, bordures, etc).

Ce sont des panneaux carrés ou rectangulaires composés de planches de bois emboîtées les unes aux autres par un assemblage à rainure et languette sur toute la longueur. Les planches sont souvent maintenues ensemble par des tiges filetées dans la largeur du panneau, et les extrémités sont protégées et renforcées sur toute la largeur par des profilés en C métalliques (galvanisés). D'autres systèmes d'assemblages peuvent également exister.

Leur propriété hydrofuge et leur aspect altéré sont déterminés par l'imprégnation d'eau et de ciment en surface, la chaleur émise lors du séchage, le frottement avec les moules et les blocs de béton, et l'utilisation d'huile de décoffrage.

Trois essences de bois principales se trouvent sur le marché du réemploi actuel : l'azobé (*Lophira alata*, bois dur), le sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*, bois tendre, aussi appelé Pin d'Oregon) et le mélèze (*Larix* sp., bois tendre). Des panneaux en pin maritime (*Pinus pinaster*) sont parfois disponibles. Ces variantes diffèrent en apparence (teinte, texture, etc.) et en propriétés (densité, classe de durabilité, etc.). Les panneaux bruts ont généralement une texture rugueuse et laideuse qui traduit leur utilisation première.

Les dimensions des panneaux sont variables et de l'ordre de [100 à 150] cm × [50 à 70 / 90 à 150] cm. Leur épaisseur varie de 3 à 6 cm.

Leur usage sous forme de panneau est répandu pour des applications extérieures telles que des planchers de terrasse, des clôtures, des palissades, des abris en bois, du mobilier extérieur, des murs de soutènement, etc. Les planches peuvent également être démontées et utilisées pour d'autres applications (ex. parement de façade). On les retrouve occasionnellement en usage intérieur comme revêtement de sol ou lambrisage.



Réemploi de panneaux « steenschotten » en revêtement de sol et en terrasse. Brasserie de la Senne, Bruxelles (BE).  
Archi : La Générale © François Lichtlé.





## Récupération du matériau

**Les panneaux sont majoritairement disponibles auprès de revendeurs spécialisés et peuvent parfois compléter l'offre de revendeurs de bois neuf.**

L'implication de professionnels spécialisés permet de garantir le bon déroulement des opérations suivantes :

→ **Traitement** : les panneaux sont généralement revendus à l'état brut, sans traitement. Dans certains cas, ou à la demande, ils peuvent être poncés, sablés ou lavés au moyen d'un nettoyeur à haute pression. Certains revendeurs proposent de démonter les panneaux pour les revendre sous forme de planches individuelles à un coût plus élevé.

→ **Stockage** : les panneaux sont stockés horizontalement et empilés sur palettes, généralement à l'extérieur. Selon les conditions climatiques et le type de bois, les panneaux peuvent se charger d'humidité, ce qui augmente significativement leur poids spécifique.

→ **Transport et livraison** : peu ou pas de difficultés. Le poids spécifique des panneaux (jusqu'à 120 kg pour certains panneaux en azobé) doit être pris en compte lors de la manutention et du transport.

### Le saviez-vous ?

Le panneau de coffrage en bois – type « steenschotten » est un des rares matériaux de construction de réemploi provenant directement du secteur de la production industrielle. En moyenne, la durée d'utilisation des panneaux en douglas par l'industrie du béton est de 3 à 5 ans, celle des panneaux en azobé est de 8 à 10 ans.

La nomenclature des panneaux de coffrage en bois – type « steenschotten » n'est pas figée. On les retrouve parfois sous le nom « panneaux de coffrage », « planches en bois de séchage de parpaing », « plancher de bateau », etc.

Les panneaux de type « steenschotten » de réemploi ne bénéficient pratiquement jamais d'un label bois (ex : FSC, PEFC, etc.). Leur provenance et leurs conditions de fabrication sont rarement certifiables. L'impact écologique de leur utilisation est difficilement chiffrable et ne doit certainement pas être considéré comme nul ou faible.



Panneaux avant traitement



Panneaux nettoyés et triés



Stockage extérieur sur palettes



### Applications et mise en œuvre

Les panneaux en bois de type « steenschotten » - de réemploi conviennent à diverses applications, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

#### En usage extérieur :

##### → *Revêtement de sol et planchers de terrasse :*

Le placement des panneaux est relativement simple et similaire à celui des autres terrasses en bois. Les panneaux peuvent être fixés sur une structure en bois (lambourdes et solives) permettant une ventilation par le bas (lame d'air). D'autres systèmes (poteaux, plots, etc) sont également utilisés. La fixation au moyen de vis en acier inoxydable est recommandée afin d'éviter une coloration persistante du bois par la rouille. Un traitement de préservation (fongicide/insecticide) est recommandé pour les panneaux en douglas et mélèze afin de prolonger leur longévité. Il est conseillé de protéger les arêtes des panneaux soumis à une forte fréquentation.

→ *Palissades, clôtures, bardage, mobilier extérieur, murs de soutènement, etc.* : se référer au tableau 2.

#### En usage intérieur :

→ *Revêtement de sol et lambrisage :* pour les applications en intérieur, il est nécessaire de faire sécher les panneaux qui ont été stockés en extérieur avant leur placement (jusqu'à un taux d'humidité de 8 à 12%). Au cours du séchage, le bois a tendance à se contracter et le placement de panneaux secs permet de garantir une meilleure stabilité dimensionnelle et d'éviter l'apparition de fissures. Il est recommandé de consulter un professionnel pour le séchage.

Le ponçage d'un revêtement de sol en panneau de type « steenschotten » s'effectue généralement après la pose au moyen d'une ponceuse à parquet rotative en plusieurs passages et avec des disques abrasifs de granulométrie adaptée. L'utilisation d'une ponceuse à bande est généralement proscrite à cause des grains de béton présents dans la structure du bois. Afin de limiter la présence des résidus de béton, il est préférable de nettoyer les panneaux au moyen d'un nettoyeur haute pression avant de poncer.

Les panneaux peuvent être poncés, sablés, brossés, brûlés (« shou sugi ban »), huilés, vernis, lasurés ou peints.

Il est préférable d'éviter de découper les panneaux en raison de la présence des pro-

files en C métalliques et des tiges de fixations. Si cela s'avère nécessaire, il est recommandé de couper les panneaux parallèlement aux profilés métalliques en « C » aux extrémités. L'azobé est un bois dur et nécessite un outillage adapté.

Pour tous les usages, afin de faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes. La plupart des fournisseurs professionnels sont normalement en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

→ *Composition du lot :* le lot doit être constitué de panneaux de même essence de bois.

→ *Dimensions :* les dimensions des panneaux doivent être homogènes, y compris dans l'épaisseur.

→ *Teinte :* homogénéité relative, de légères variations de teinte sont possibles à l'intérieur d'un même lot.

→ *Toxicité :* l'absence d'huile de décoffrage minérale (noire et toxique) issue de l'usage primaire des panneaux doit pouvoir être garantie pour les applications intérieures ou en contact direct avec la peau.

→ *État :* les panneaux doivent être exempts de moisissure. Le degré d'usure et les traces d'utilisation peuvent varier fortement d'un lot à l'autre. Certains revendeurs font une distinction entre les panneaux de premier et de second choix. Dans cette dernière catégorie, on retrouve souvent des panneaux présentant de légers dommages tels que des profilés métalliques brisés ou absents, des fissures et des piqûres dans le bois, des surfaces éclatées, des bords non droits, des angles arrondis, etc.

Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, au regard de l'usage prévu et d'un éventuel travail de restauration, en spécifiant l'acceptation ou le rejet des défauts. Par exemple, des panneaux fissurés ne conviendront vraisemblablement pas pour une application de revêtement de sol soumis à une charge importante, de même que des panneaux dont les coins sont arrondis affecteront l'aspect esthétique d'un plancher de terrasse.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau

et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

Il est important d'acheter une quantité suffisante de panneaux dès le départ. Les revendeurs disposent le plus souvent de panneaux dont le format est lié à un lot précis. Il n'est donc pas certain que le format recherché sera encore disponible lors d'une commande ultérieure.

#### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)







## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Dans le cas particulier des panneaux de coffrage en bois de type « steenschotten », il n'existe pas de normes permettant de déterminer leurs performances spécifiques en tant qu'élément constructif. Néanmoins, l'expérience ainsi que les documents normatifs et techniques relatifs aux bois et matériaux à base de bois neufs et commercialisés permettent de mettre en évidence les caractéristiques et recommandations suivantes :

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des 3 principaux types de bois utilisés dans les panneau

	Azobé <i>Lophira alata</i>	Douglas <i>Pseudotsuga menziesii</i>	Mélèze <i>Larix sp.</i>
<b>Masse volumique [kg/m<sup>3</sup>]</b>	1050	550	600
<b>Dureté Monnin / Janka – Résistance à l'enfoncement *</b>	10,7 / 17000 N (très dur)	3,2 / 2940 N (mi-dur)	3,8 / 3400 N (mi-dur)
<b>Stabilité en service</b>	Faible	Moyen	Moyen
<b>Durabilité naturelle (résistance aux champignons lignivores) **</b>	Classe I – II (durable à fortement durable)	Classe III - IV (faiblement à moyennement durable)	Classe III - IV (faiblement à moyennement durable)
<b>Durabilité aux insectes xylophages **</b>	(Durable face aux termites)	Durable	Durable
<b>Couleur (teinte)</b>	Rougeâtre - grisâtre	Orangeâtre - grisâtre	Jauneâtre - grisâtre

\* Il existe plusieurs façons de déterminer la dureté du bois, selon différentes méthodes d'essai (e.a Monnin, Janka, Brinnell). Les valeurs ci-dessus sont reprises à titre indicatif et proviennent de plusieurs sources. Elles indiquent la résistance à l'enfoncement transversal à 12% d'humidité. Ces données sont indicatives car des variations existent selon les conditions de croissance.

\*\* Cette classification n'est valable que pour le duramen (bois de cœur) et pas l'aubier (bois périphérique). Nous considérons ici que les planches de bois de navire sont constituées uniquement de duramen pour répondre aux besoins techniques des applications portuaires et maritimes.

Tableau 2 : Classes d'emploi et risques biologiques associés

Classe d'emploi	Usage général	Risques biologiques		Classe de durabilité naturelle du bois				
		Insectes	Champignons	I	II	III	IV	V
				Azobé		Douglas/Mélèze		
1	A l'intérieur, au sec	Oui	Non					
2	A l'intérieur, ou sous abri, non exposé aux intempéries. Possibilité de condensation d'eau	Oui	Faibles					
3	A l'extérieur, au-dessus du sol, exposé aux intempéries	Oui	Oui					
4	A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce	Oui	Oui					
5	Immergé dans l'eau salée de manière régulière ou permanente	Oui	Oui					

Traitement non nécessaire  
Traitement recommandé  
Traitement nécessaire

La performance du bois en service est essentiellement déterminée par des paramètres suivants : classe de durabilité du bois (résistance aux champignons et aux insectes), perméabilité à l'eau et présence d'humidité dans son environnement immédiat. La norme harmonisée européenne EN 460 définit ainsi cinq classes d'emploi du bois et les risques biologiques associés, et préconise l'application éventuelle d'un traitement de protection adéquat selon l'usage et la classe de durabilité naturelle du bois mis en œuvre (voir tableau 2).

**NB : la durabilité et perméabilité à l'eau des panneaux de type « steenschotten » est déjà influencée par leur usage primaire et leur imprégnation par le ciment et les huiles de décoffrage.**

De manière générale, les panneaux en azobé sont recommandés pour les applications de sols extérieurs exposés aux intempéries (terrasses) sans traitement de préservation. Ce bois dur tropical est plus solide, plus résistant à la compression et à l'humidité que les essences de type résineux (douglas/mélèze), ce qui accroît sa longévité en service. Néanmoins, les panneaux à base d'essences résineuses peuvent également être recommandés à condition d'appliquer un traitement de préservation adéquat et un entretien plus fréquent.

Pour d'autres applications intérieures et extérieures, les trois essences peuvent être utilisées conformément aux préconisations du tableau 2.

**Autres caractéristiques pertinentes à évaluer selon l'usage et le contexte**

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des panneaux. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des panneaux. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Qualité de la surface et des arêtes</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des panneaux. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. La qualité de la surface doit anticiper le degré de finition souhaité (brut, poncé, sablé, brossé, brûlé, etc).
<b>Absorption d'eau</b>	Les propriétés d'absorption d'eau des panneaux de type « steenschotten » sont difficilement mesurables et sont vraisemblablement amoindries par leur usage primaire (l'imprégnation de ciment et d'huiles de décoffrage améliorerait le caractère hydrofuge du produit). L'application de produit de préservation/finition influencera également ce paramètre.
<b>Performances mécaniques</b>	L'évaluation approfondie des performances mécanique est pertinente en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Usure</b>	Les panneaux en azobé présentent un risque plus élevé d'éclatement. Les échardes de bois tropicaux contiennent généralement des substances chimiques accentuant la douleur en cas de blessure. Il est donc recommandé de les poncer lorsqu'ils peuvent être utilisés à pieds nus comme revêtement de sol.
<b>Sécurité</b>	Les panneaux présentant des profils rouillés (ce qui est assez courant) et qui peuvent entrer en contact direct avec la peau doivent être traités de manière appropriée. Certains panneaux ont des profilés en acier inoxydable, mais ils sont plutôt rares.
<b>Glissance</b>	Le type de finition (poncé, brossé, brut) affecte ce paramètre et influence l'apparition d'algues en milieu humide. La présence d'algues sur les panneaux doit être maîtrisée au moyen de nettoyages fréquents et/ou traitement préventif adapté.
<b>Réaction au feu</b>	<p>Des exigences spécifiques en matière de réaction au feu des revêtements sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), par la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).</p> <p>La réaction au feu des produits de construction est quant à elle définie par la norme européenne EN 13-501-1 (Euroclasse) et est évaluée notamment sur la base d'un essai réalisé dans les conditions finales d'application, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble du système constructif. Selon la classification européenne, les panneaux de bois massif (densité minimale 400 kg/m<sup>3</sup>, épaisseur minimale 12 mm) sont classés Dfl-s1 pour les applications sol et D-s2, d0 pour les autres applications (sans intervalle d'air derrière le panneau bois).</p> <p>Il importe donc à l'auteur de projet de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>Concernant les panneaux de type « steenschotten », des traitements retardateurs de feu permettent d'améliorer la réaction au feu et diminuer leur contribution à l'embrasement et à la propagation de l'incendie.</p>
<b>Toxicité</b>	Au cours de leur premier usage, l'utilisation d'huiles de décoffrage à la surface des panneaux est fréquente et leur impact en terme de toxicité est parfois incertain. On distingue les huiles minérales (noires), nocives pour la santé et l'environnement, des huiles végétales (blanches), sans toxicité notoire. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures.





L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. L'analyse est spécifique au produit concerné, et fait intervenir des paramètres tels que l'origine du produit, les performances environnementales de l'équivalent neuf, la durée de vie en œuvre, la quantité de carbone biogénique stockée dans le matériau, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.

**Disponibilité**

Les panneaux de coffrage en bois de type « steenschotten » sont un produit relativement courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	0 → 500 m <sup>2</sup>
Occasionnel	500 → 1000 m <sup>2</sup>
Rare	> 1000 m <sup>2</sup>

Ces dernières années, la production neuve de panneaux en azobé a fortement diminué au profit de panneaux en douglas/mélèze/pin maritime ou en matériaux composites, en conséquence de quoi leur prix a fortement augmenté. Cela s'explique par les règles de déforestation plus strictes qui s'appliquent actuellement dans les régions tropicales où cette espèce de bois est exploitée. De manière similaire, de nouvelles technologies permettent de rectifier les panneaux usagés afin d'allonger la durée de vie de leur usage primaire. Il faut probablement s'attendre à une contraction du marché des panneaux de type « steenschotten » de réemploi au cours de la prochaine décennie.

**Prix indicatifs (1er choix, Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

*Douglas* : 140 × 110 × 5 cm : 15 à 25 €/m<sup>2</sup>

*Azobé* : 140 × 110 × 4,5 cm : 35 à 45 €/m<sup>2</sup>

**Substances dangereuses et précautions**

Au cours de leur premier usage, l'utilisation d'huiles de décoffrage à la surface des panneaux est fréquente et leur impact en terme de toxicité est parfois incertain. On distingue ainsi les huiles minérales (noires), nocives pour la santé et pour l'environnement, des huiles végétales (blanches), sans toxicité notable. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures.



Exemples de réutilisation de steenschotten  
© [panneauxleontine.be](http://panneauxleontine.be)



Exemples de réutilisation de steenschotten  
© [panneauxleontine.be](http://panneauxleontine.be)



Exemples de réutilisation de steenschotten  
© [panneauxleontine.be](http://panneauxleontine.be)

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

Le bois de navire (traduction française de « *scheepsplanken* », « *scheepsvloer* » ou « *scheepshout* ») est un matériau de récupération présent essentiellement en Belgique et aux Pays-Bas. Il provient du démantèlement de structures portuaires et maritimes telles que les pontons ou les cales de péniches.



Aspect du bois de navire

L'espèce de bois concernée est presque exclusivement l'azobé (*Lophira alata*), qui est un bois dur tropical naturellement résistant à l'humidité et qui possède des propriétés mécaniques élevées.

Les planches commercialisées ont généralement subi l'influence du temps (intempéries, eau salée, phase d'usage, etc.) et se caractérisent par un aspect patiné et une texture grossière.

Leurs dimensions sont variables. En général, les planches ont une largeur de 10 à 23 cm, une épaisseur de 2,5 à 5 cm et une longueur de 80 cm à 5 m. De légères différences de couleur sont perceptibles entre les lots, voire au sein d'un même lot.

Leur usage est répandu pour des applications extérieures telles que des planchers de terrasse, des clôtures, des palissades, des abris en bois, du mobilier extérieur, des murs de soutènement, etc. On les retrouve occasionnellement en usage intérieur comme revêtement de sol ou lambrisage.



Stockage extérieur © [scheepsplanken.be](https://scheepsplanken.be)

### Récupération du matériau

**Les planches de bois de navire sont disponibles auprès de revendeurs spécialisés et peuvent parfois compléter l'offre de revendeurs de bois neuf.**

L'implication de professionnels spécialisés permet de garantir le bon déroulement des opérations suivantes :

→ **Traitement** : les planches sont généralement vendues à l'état brut ou avec un léger traitement de surface (brossage, ponçage, sablage, nettoyage haute pression). Dans certains cas, elles peuvent être rabotées sur 3 faces, sans affecter la surface patinée (face supérieure).

→ **Stockage** : les planches sont stockées horizontalement et empilées sur palettes, généralement à l'extérieur.

→ **Transport et livraison** : peu ou pas de difficultés. Le poids spécifique de l'azobé (1050 kg/m<sup>3</sup>) doit être pris en compte lors de la manutention et du transport.



Planches brossées © [scheepsplanken.be](https://scheepsplanken.be)



Stockage extérieur © [rawwood.be](https://rawwood.be)





## Applications et mise en œuvre

Les planches de bois de navire de ré-emploi conviennent à diverses applications, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

### En usage extérieur :

→ *Revêtement de sol et planchers de terrasse* : le placement des planches en bois de navire de récupération est relativement simple et comparable aux terrasses en bois neuf. Les planches sont généralement fixées sur une structure en bois (lambourdes et solives) permettant une ventilation par le bas (lame d'air).

→ *Palissades, clôtures, bardage, mobilier extérieur, murs de soutènement, etc.*

La fixation au moyen de vis en acier inoxydable est recommandée afin d'éviter une coloration persistante du bois par la rouille. En raison de la dureté du matériau, il est également conseillé de procéder à un pré-perçage. L'installation se fera en respectant les règles de l'art et tiendra compte notamment des points d'attention suivants : état et propriétés de la structure sous-jacente, humidité du bois, coefficient d'éclatement des planches (rapport largeur/épaisseur), mode de fixation, etc.

*Les planches en bois de navire ont généralement résisté de nombreuses années en usage et sont généralement moins propices aux déformations (fléchissement, gauchissement, etc.) que leurs homologues en bois neuf.*



Planches non traitées © [rawwood.be](http://rawwood.be)

### En usage intérieur :

→ *Revêtement de sol et lambrisage* : pour les applications en intérieur, il est nécessaire de faire sécher les planches qui ont été stockés en extérieur avant leur placement (jusqu'à un taux d'humidité de 8 à 12%). Au cours du séchage, le bois a tendance à se contracter et le placement de planches sèches permet de garantir une meilleure stabilité dimensionnelle et d'éviter l'apparition de fissures. Il est recommandé de consulter un professionnel pour le séchage.

#### Toxicité

*Les planches provenant des cales de péniches peuvent avoir été en contact avec des composés toxiques. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou pour la création de mobilier.*

Les planches en bois de navire peuvent être sciées, poncées, sablées, brossées, huilées, vernies ou peintes. L'azobé est un bois particulièrement dur qui nécessite un outillage adapté.

Pour tous les usages, afin de faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes. La plupart des fournisseurs professionnels sont normalement en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

→ *Composition du lot* : le lot doit être constitué de planches de la même essence de bois (azobé).

→ *Dimensions* : les dimensions des planches doivent être homogènes, surtout au niveau de l'épaisseur. Il est également possible d'opter pour une pose en longueurs libres, ce qui pose moins d'exigences sur les longueurs de planches.

→ *Teinte* : homogénéité relative, des variations de teinte sont possibles à l'intérieur d'un même lot.

→ *État* : les planches doivent être exemptes de moisissures. Le degré d'usure et les traces d'utilisation peuvent varier fortement d'un lot à l'autre.



Démantèlement de cales de péniches  
© [historischhout.nl](http://historischhout.nl)

Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, au regard de l'usage prévu et d'un éventuel travail de restauration, en spécifiant l'acceptation ou le rejet des défauts. Par exemple, des planches fissurées ne conviendront vraisemblablement pas pour une application de revêtement de sol soumis à une charge importante.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (Pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

Il est important d'acheter une quantité suffisante de panneaux dès le départ. Les revendeurs disposent le plus souvent de panneaux dont le format est lié à un lot précis. Il n'est donc pas certain que le format recherché sera encore disponible lors d'une commande ultérieure.



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Dans le cas particulier des planches en bois de navire, il n'existe pas de normes permettant de déterminer leurs performances spécifiques en tant qu'élément constructif. Néanmoins, l'expérience ainsi que les documents normatifs et techniques relatifs aux bois et matériaux à base de bois neufs permettent de mettre en évidence les caractéristiques et recommandations suivantes :

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de l'azobé (*Lophira alata*)

Masse volumique [kg/m3]	1050
Dureté Monnin / Janka - Résistance à l'enfoncement *	10,7 / 17000 N (très dur)
Stabilité en service	Faible
Durabilité naturelle (résistance aux champignons lignivores) **	Classe I - II (durable à fortement durable)
Durabilité aux insectes xylophages **	(Durable face aux termites)
Couleur (teinte)	Rougeâtre - grisâtre

\* Il existe plusieurs façons de déterminer la dureté du bois, selon différentes méthodes d'essai (e.a Monnin, Janka, Brinnell). Les valeurs ci-dessus sont reprises à titre indicatif et proviennent de plusieurs sources. Elles indiquent la résistance à l'enfoncement transversal à 12% d'humidité. Ces données sont indicatives car des variations existent selon les conditions de croissance.

\*\* Cette classification n'est valable que pour le duramen (bois de cœur) et pas l'aubier (bois périphérique). Nous considérons ici que les planches de bois de navire sont constituées uniquement de duramen pour répondre aux besoins techniques des applications portuaires et maritimes.

La performance du bois en service est essentiellement déterminée par des paramètres suivants : classe de durabilité du bois (résistance aux champignons et aux insectes), perméabilité à l'eau et présence d'humidité dans son environnement immédiat. La norme harmonisée européenne EN 460 définit ainsi cinq classes d'emploi du bois et les risques biologiques associés, et préconise l'application éventuelle d'un traitement de protection adéquat selon l'usage et la classe de durabilité naturelle du bois mis en œuvre (voir tableau 2).

De manière générale, les planches en azobé sont recommandées pour les applications de sols extérieurs exposés aux intempéries (terrasses) sans traitement de préservation (Classe d'emploi 3). Ce bois dur tropical est solide et résistant à la compression et à l'humidité, ce qui accroît sa longévité en service.

Tableau 2 : Classes d'emploi et risques biologiques associés

Classe d'emploi	Usage général	Risques biologiques		Classe de durabilité naturelle du bois				
		Insectes	Champignons	I	II	III	IV	V
				Azobé				
1	A l'intérieur, au sec	Oui	Non					
2	A l'intérieur, ou sous abri, non exposé aux intempéries. Possibilité de condensation d'eau	Oui	Faibles					
3	A l'extérieur, au-dessus du sol, exposé aux intempéries	Oui	Oui					
4	A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce	Oui	Oui					
5	Immergé dans l'eau salée de manière régulière ou permanente	Oui	Oui					

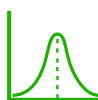
Traitement non nécessaire  
Traitement recommandé  
Traitement nécessaire



**Autres caractéristiques pertinentes à évaluer selon l'usage et selon le contexte**

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des planches et à leur origine. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des planches et à leur origine. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Qualité de la surface et des arêtes</b>	Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. La qualité de la surface doit anticiper le degré de finition souhaité (brut, poncé, sablé, brossé, etc).
<b>Absorption d'eau</b>	Les planches en azobé sont peu absorbantes.
<b>Performances mécaniques</b>	L'évaluation approfondie des performances mécaniques est pertinente en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Usure</b>	Les planches en azobé présentent un risque plus élevé d'éclatement. Les échardes de bois tropicaux contiennent généralement des substances chimiques accentuant la douleur en cas de blessure. Il est donc recommandé de les poncer lorsqu'elles peuvent être utilisées à pieds nus comme revêtement de sol.
<b>Glissance</b>	Le type de finition (poncé, brossé, brut) affecte ce paramètre et influence l'apparition d'algues en milieu humide. La présence d'algues sur les panneaux doit être maîtrisée au moyen de nettoyages fréquents et/ou traitement préventif adapté.
<b>Réaction au feu</b>	<p>Des exigences spécifiques en matière de réaction au feu des revêtements sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), par la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).</p> <p>La réaction au feu des produits de construction est quant à elle définie par la norme européenne EN 13-501-1 (Euroclasse) et est évaluée notamment sur la base d'un essai réalisé dans les conditions finales d'application, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble du système constructif. Selon la classification européenne, les planches de bois massif (densité minimale 400 kg/m<sup>3</sup>, épaisseur minimale 12 mm) sont classés Dfl-s1 pour les applications sol et D-s2, d0 pour les autres applications (sans intervalle d'air derrière le panneau bois).</p> <p>Il importe donc à l'auteur de projet de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>Concernant les planches de bois de navire, des traitements retardateurs de feu permettent d'améliorer la réaction au feu et diminuer leur contribution à l'embrasement et à la propagation de l'incendie.</p>
<b>Toxicité</b>	Les planches provenant des cales de péniches peuvent avoir été en contact avec des composés toxiques. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures.





L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. L'analyse est spécifique au produit concerné, et fait intervenir des paramètres tels que l'origine du produit, les performances environnementales de l'équivalent neuf, la durée de vie en œuvre, la quantité de carbone biogénique stockée dans le matériau, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.

**Disponibilité**

Les planches en bois de navire de récupération sont essentiellement disponibles aux Pays-Bas et en Belgique. Leur disponibilité dépend toutefois des quantités requises. A titre indicatif :

Fréquent	0 → 50m <sup>2</sup>
Occasionnel	50 → 150m <sup>2</sup>
Rare	> 150 m <sup>2</sup>

Selon certains revendeurs spécialisés, l'approvisionnement en planches de bois de navire de récupération est compromis. Il sont progressivement remplacés par des matériaux métalliques, ce qui occasionne une raréfaction sur le marché du réemploi.



Application en bardage extérieur © [rawwood.be](http://rawwood.be)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

Bois de navire trié et brossé : 25 à 45 €/m<sup>2</sup>.

**Substances dangereuses et précautions**

Les planches provenant des cales de péniches peuvent avoir été en contact avec des composés toxiques. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures.



Application en terrasse © [robustbarnwood.nl](http://robustbarnwood.nl)

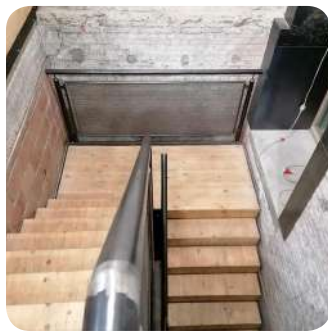
**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

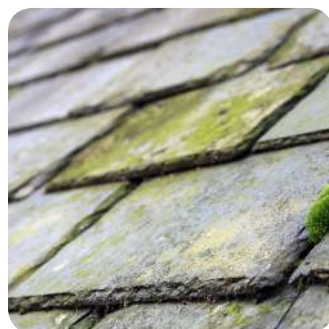




# GROS-OEUVRE ET ENVELOPPE



- Bois massif de structure à section rectangulaire
- Éléments de structure en bois lamellé collé
- Poutrelle en acier
- Bois de grange / Barnwood
- Brique pleine en terre cuite
- Tuile de toit en terre cuite
- Éléments de couverture en ardoise naturelle
- Seuil en pierre naturelle
- Couvres-murs en pierre naturelle
- Dalle de revêtement mural en pierre naturelle



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

**Les termes « bois de structure » recouvrent en fait une grande diversité d'éléments, dont les caractéristiques varient selon l'essence du bois, les dimensions, les modes d'assemblages originaux ou encore la présence d'éventuels traitements de finition et de préservation.**

Dans cette fiche, nous nous intéressons au réemploi d'éléments en bois massif de structure à section rectangulaire. Ceux-ci ont généralement de multiples provenances : charpentes et planchers, supports de structure (poteaux-poutre), ossatures, structure d'ouvrages d'arts, etc. Ces bois peuvent être bruts de sciage, rabotés et marqués par les empreintes du temps. Une terminologie spécifique - et parfois teintée de vocables régionaux - permet de classer les éléments selon leurs dimensions et/ou leur usage. Par exemple : poutres, solives, chevrons, mardriers, bastaings, etc.

On peut classer en deux grandes catégories les produits couramment disponibles sur le marché du réemploi :

→ **Bois « technique »**. Ce sont des sections de bois recherchées pour leurs qualités techniques. Elles sont généralement vendues comme une alternative (plus écologique et moins chère) à des équivalents neufs. Leurs dimensions correspondent parfois aux standards des bois de construction neufs mais ce n'est pas systématique. Elles présentent toutefois une certaine régularité. Les essences sont principalement résineuses : douglas, épicéa, pin, sapin, mélèze, etc.

→ **Poutres anciennes**. Ce sont des sections qui proviennent de bâtiments anciens, souvent centenaires. Généralement plus chères, elles sont recherchées en premier lieu pour leur histoire et leur aspect (généralement plus irrégulier que les sections standardisées plus récentes). On trouve des poutres anciennes en bois feuillu (chêne essentiellement) et résineux (sapin, épicéa, mélèze, ...).



Poutres anciennes en chêne

Cette fiche ne concerne pas les autres éléments de structure en bois : bois ronds, contre-collé, lamellé-collé, CLT, bois abouté, bois à entures multiples, etc.

Les éléments en bois peuvent avoir une durée de vie très longue ainsi que l'attestent de nombreux exemples de constructions anciennes à travers le monde : temples asiatiques, maisons aux États-Unis, maisons à colombages en Europe, etc. Il n'est pas rare que des éléments récupérés aient déjà connu plusieurs vies tant le bois est un matériau versatile qui se prête à de multiples usages.

Historiquement, cette versatilité a fait du bois un matériau central dans l'économie européenne pré-industrielle, en particulier dans la construction. Le bois était non seulement un matériau de construction à part entière, décliné dans de multiples usages, mais il était aussi un composant essentiel pour la mise en œuvre d'autres matériaux, comme la pierre. Il était en effet utilisé pour la réalisation de cintres, de coffrages, de grues, d'échafaudages, etc. De nombreux exemples archéologiques attestent qu'il était courant de démonter et remonter entièrement des bâtiments à ossatures en bois tels que des granges et des maisons.

En dépit de leur caractère vertueux pour l'environnement, ces pratiques sont devenues moins courantes aujourd'hui en Europe du Nord-Ouest - par comparaison, elles sont plus florissantes aux États-Unis, sans doute en raison d'une persistance plus importante de la construction en bois.

L'évaluation des qualités techniques des charpentes anciennes est spécifique et requiert généralement une approche sur mesure. En condition normales, elles sont sèches et suffisamment stables pour limiter les phénomènes de torsion ou de retrait au séchage lorsqu'elles sont réutilisées dans des bâtiments. Les charpentes anciennes font souvent l'objet d'une grande attention lors de la restauration d'édifices anciens. Certaines méthodes, utilisées dans ce contexte pour

s'assurer de l'aptitude à l'usage des éléments structurels, peuvent être transposées au cas du bois de réemploi.



Réemploi de poutres de charpente  
© yr-architecture (USA)



Montants en bois résineux utilisés pour leurs qualités techniques



**Récupération du matériau**

**La récupération de bois de structure requiert généralement une bonne coordination et doit se faire dans le respect des règles de sécurité applicables aux travaux de démolition, en particulier lorsque ces démontages impliquent des éléments structurels.**

→ *Études préliminaires.* Celles-ci visent à évaluer la qualité générale des différents éléments. Elles peuvent combiner plusieurs approches :

- *Inspection visuelle.* Celle-ci permet généralement d'identifier l'essence du bois et de relever la présence éventuelle des aspects suivants, susceptibles de limiter voire de compromettre le potentiel de réemploi :
  - fluage (déformation), indicateur d'un taux de charge élevé pouvant entraîner une diminution des propriétés mécaniques des éléments
  - défauts naturels (noeuds)
  - bois d'aubier
  - fentes (orientées dans le sens des fibres) et fissures (interceptant les fibres)
  - champignons apparents, agents biologiques, insectes xylophages
  - zones de moisissure, humidité, décoloration (généralement situées au droit des pièces humides, au niveau des gouttières et à tout endroit susceptible d'avoir été en contact prolongé avec l'humidité)
  - traces de sciage
  - oxydation des assemblages métallique
  - etc.

Cette inspection permet également de vérifier la rectitude des éléments (déformation locale et globale) et d'observer la nature des assemblages, qui peuvent influencer la méthode de démontage.

• *Tests élémentaires :*

- test de « dureté » à l'aide d'un résistographe. Il permet de détecter les zones superficielles de pourritures.
- test au « tournevis ». Il consiste à provoquer un éclat localisé à l'aide d'un objet contondant. Dans un bois sain, la rupture a lieu le long des fibres tandis qu'un bois pourri a tendance à se rompre en petits bouts ou au milieu des fibres.

- test au « maillet ». Il consiste à frapper délicatement le bois pour détecter la présence de zones vides ou pourries (émettant un son creux).

- mesure d'humidité à l'aide d'un humidimètre.

- *Tests complémentaires.* Des études complémentaires peuvent être menées pour dresser un diagnostic plus complet de l'état des éléments, notamment s'ils sont peints ou recouverts : auscultation par percement et carottage (permettant de détecter les détériorations internes du bois et, le cas échéant, de déterminer l'épaisseur du bois sain résiduel), essais divers en laboratoire pour détecter la présence de champignons, pour identifier précisément l'essence, pour mesurer la masse volumique ou encore pour détecter la présence de substances dangereuses (*voir § substances dangereuses et précautions*).

- *Études complémentaires.* Selon les nouveaux usages visés, d'autres études peuvent être menées :

- historique du bâtiment, sur base de la documentation d'origine (plans d'exécution, mode d'assemblage, notes de calcul, etc.) et de recherches sur les conditions d'usage (entretien d'occupants de longue date, identification d'événements comme des incendies, des infiltrations d'eau, des inondations, etc.).

- profil géométrique, sur base d'un relevé de la charpente ou de l'ossature par un géomètre pour caractériser la dimensions des éléments et leurs connexions.



Test au « tournevis »  
© [qualite.bzh](http://qualite.bzh)



Test au « maillet »  
© Romane Lavoine



Test de dureté à l'aide d'un résistographe  
© [qsb.fr](http://qsb.fr)



Mesure d'humidité du bois à l'aide d'un humidimètre  
© Romane Lavoine



Analyse en laboratoire - technique de microscopie optique, chêne (*Quercus Petraea*) - section tangentielle (à gauche) et microdécoupe transversale (à droite)  
© [woodanatomy.ch](http://woodanatomy.ch)



Carottage du bois  
© Romane Lavoine





→ **Dépose.** Le démontage soigneux des éléments doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Un pourcentage de pertes est généralement admissible en raison de la casse potentielle et des découpes. Les éléments similaires sont préférablement regroupés, numérotés et correctement identifiés afin de garantir l'homogénéité et la traçabilité des lots. Ils sont stockés sur cales (pas de contact avec le sol), de manière espacée et à l'abri des intempéries.

→ **Opérations.** Selon leur état, les éléments de structure en bois de réemploi peuvent passer par plusieurs opérations avant leur remise en œuvre. La plupart du temps, les fournisseurs spécialisés effectuent d'office certaines de ces opérations. Il arrive cependant que le bois soit récupéré ou vendu dans son état d'origine. Il appartient alors à l'acheteur d'anticiper ces étapes.

• **Retrait des éléments métalliques.** Les clous, vis et autres pièces métalliques sont éliminés au moyen d'outils adaptés (tenaille, chasse-clou pneumatique...). Ce processus laborieux est essentiel si un usinage du bois est prévu ultérieurement, au risque de détériorer les machines. L'utilisation d'un détecteur de métaux facilite la localisation des objets métalliques.

• **Nettoyage superficiel.** Au moyen d'une brosse souple ou métallique, par ponçage ou sablage selon les exigences.

• **Séchage.** Selon l'état hygrométrique du bois. Les éléments sont généralement séchés naturellement sous hangar, en prenant les dispositions de stockage nécessaire (espacement des éléments, pas de contact avec le sol, cales, etc.). Un séchage artificiel au four peut être opéré afin de réduire et stabiliser le taux d'humidité. Le séchage artificiel contribue également à l'élimination des nuisibles potentiels (moisissures, insectes).

#### Truly Reclaimed Label

Dans le cadre du projet européen FCRBE, auquel sont rattachées ces fiches, l'organisation SALVO Ltd. (UK) travaille à la mise au point d'un label « Truly Reclaimed », permettant d'attester l'origine authentiquement récupérée des matériaux (par opposition aux matériaux artificiellement usés). Ce label devrait voir le jour très prochainement pour les produits en bois de réemploi.

• **Classement des bois.** Afin de s'assurer que les performances des éléments en bois de réemploi rencontrent les exigences liées à leur futur usage, il convient de déterminer leurs caractéristiques spécifiques (voir § *Caractéristiques et aptitudes à l'usage*). Ceci est particulièrement le cas pour des usages structurels, régis par un cadre normatif qui exige de connaître avec suffisamment de précision les propriétés mécaniques du bois. Chaque élément peut être inspecté visuellement par une personne certifiée ou par machine afin de déterminer l'espèce de bois, le type de bois, la classe de durabilité, la classe de résistance mécanique, la présence de traitements de préservation et leur influence sur la durabilité, etc. Le classement se fait de préférence lorsque les éléments ont acquis leur section définitive

(par exemple, après rabotage). Les éléments sont ensuite marqués séparément ou par paquets.



Démontage des poutres en bois de la « Tour à Plomb », Bruxelles (BE). © BVDA - Bernard Van Damme Architecte



Nettoyage du bois © yr-architecture



Retrait de l'écorce, de l'aubier et des copeaux de bois © yr-architecture

#### Classement des bois

La norme harmonisée EN 14081-1 définit les exigences applicables aux bois de structure à section rectangulaire neufs classés pour leur résistance et à leur marquage CE. Elle définit 2 méthodes de classification des bois :

1. **Classement par machine** (norme EN 519) : courante dans les installations industrielles, elle permet de caractériser des échantillons de production à partir de mesures obtenues par des machines de classement homologuées. Le classement diffère selon les essences (résineuses ou feuillues). Les propriétés mécaniques des éléments sont évaluées par des essais non-destructifs (essai de flexion 3 points en continu, rayon X, ultrason, vibration, etc.). Un contrôle visuel préliminaire est nécessaire pour traiter des caractéristiques de résistance qui ne sont pas automatiquement détectées par la machine. Il est intéressant de noter qu'il existe des machines de classement mobiles. Sous conditions, cette application pourrait s'avérer utile s'il s'agit de classer un lot important de bois de structure de réemploi. Pour information, la machine de classement portative MTG coûte entre 7000 et 15 000 € suivant les réglages et fonctionnalités nécessaires.
2. **Méthode visuelle** (norme EN 518) : il s'agit de repérer visuellement les défauts à la surface de la pièce pouvant conduire à une diminution de la résistance (dimension des fentes, masse volumique, nombre et dimensions des nœuds, poches de résines, pente de fils, etc.), mais aussi les défauts géométriques sur l'ensemble de la pièce (flaches (aubier), déformations longitudinales et transversales, vrillage, etc.) et les potentielles attaques biologiques (champignons, insectes, pourritures, etc.). Beaucoup de règles différentes de classement visuel coexistent en Europe, selon les pays, mais des principes de base sont établis. Pratiquement, des certificateurs agréés sont en mesure de caractériser les bois neufs afin de justifier leur usage en tant qu'élément structurel. Une table de correspondance des classes visuelles et des classes mécaniques est définie par la norme EN 1912. Cette méthode est éventuellement applicable aux éléments de réemploi.





- **Traitement de préservation.** Si l'usage l'exige, il est possible de traiter les éléments en bois, afin d'optimiser leur durabilité en extérieur et améliorer leur classe d'usage. Plusieurs types de traitements préventifs existent, par exemple par trempage, aspersion, badigeonnage, autoclave, etc. Ils sont encadrés par des normes et des recommandations d'usage. L'avis d'un professionnel est recommandé, en particulier si le bois a déjà subi ce type de traitement auparavant ou si une couche de finition est présente. Il pourra également vous renseigner sur la toxicité éventuelle des produits.



Retrait des éléments métalliques



Stockage © Opalis / Europort BVBA

- **Traitement thermique.** Ce procédé permet d'améliorer la durabilité des bois en extérieur mais il affecte les propriétés mécaniques du bois. Il est plus souvent utilisé pour les éléments de bardage. Sciage et débitage. Le bois peut être réduit en section et en longueur. Certains revendeurs proposent également la taille des pièces de charpente, la réalisation de fermes ou autres structures en choisissant les éléments adéquats dans leur stock. D'autres débitent des poutres anciennes pour en faire des parquets, du plancher ou encore du bardage.



Tri et sélection des poutres © yr-architecture



Stockage © Opalis / Les ateliers de saint Gaudent

- **Rabotage.** Le bois peut aussi être laissé brut ou raboté sur une ou deux faces pour obtenir des sections planes et constantes.



Traitement de finition du bois © yr-architecture



Stockage © Opalis / Vieux bois des Alpes

- **Finitions.** Le bois peut être laissé tel quel ou recevoir une couche de finition (vernis, cires, huiles, lasures, peinture, etc.).

→ **Stockage.** Le bois est préférablement stocké sur cales avec un espacement entre chaque élément. Il peut être stocké à l'abri des intempéries ou sous ambiance chauffée pour maîtriser la teneur en humidité. Dans certaines régions où le climat est peu humide, les poutres peuvent être entreposées à l'extérieur. Elles sont également posées sur des grands racks, espacées les unes des autres.



Etiquetage des poutres, classement visuel ou classement par machine © yr-architecture



Stockage © Opalis / Atelier de saint Cannat

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison (sanglage, moyen de manutention, etc.).



Stockage © Opalis / Bloem





### Applications et mise en œuvre

**La mise en œuvre d'éléments en bois de réemploi se prête à la même diversité des modes de conception que les matériaux neufs. Ils peuvent être réutilisés à des fins structurelles (charpentes traditionnelles, ossatures, mezzanines, auvents, etc.) ou pour d'autres usages (poutres décoratives, bois d'ameublement, bois de menuiserie, etc.). Certains fournisseurs débitent des poutres anciennes pour en faire des parquets, du plancher ou encore du bardage.**

Pour des applications structurelles, il est recommandé d'impliquer suffisamment en amont le bureau d'étude en stabilité ainsi que le bureau de contrôle. Ceux-ci pourront proposer des approches adaptées aux éléments identifiés, y compris en ajustant les marges de sécurité à l'information disponible à propos des éléments (hypothèses prudentes pour le calcul des contraintes de charge, surdimensionnement, etc.). Il est aussi possible de réserver les éléments en bois à des usages moins exigeants. C'est une façon élégante de prolonger leur durée de vie.

Selon l'application, il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (e.a. EN 14081-1, etc.), aux normes de conception (e.a. EN 1995 : Eurocode 5 pour la conception et le calcul des structures en bois), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre. Selon la réglementation en vigueur, il convient également de tenir compte des exigences sismiques, thermiques et acoustiques, protection contre les termites, résistance au feu, etc.

Malgré leur connaissance poussée des matériaux et les précieux conseils qu'ils peuvent donner, les revendeurs de bois de structure ne certifient généralement pas l'ensemble des caractéristiques des éléments qu'ils fournissent. En revanche, certains fournissent, des garanties sur des aspects tels que l'homogénéité des lots, les dimensions des éléments, le taux d'humidité maximal, l'état du bois (sans pièces métalliques, moisissures, fissures, etc.) ou encore sur son origine (certains revendeurs apposent ainsi le label *FSC recycled* qui certifie que le bois est issu du démontage de bâtiment et non de la coupe d'arbres).

Selon l'usage envisagé, l'auteur de projet peut être amené à préciser ses attentes quant aux caractéristiques suivantes :

→ *Types et dimensions*. Laisser de la latitude sur les dimensions, l'essence, la teinte du bois et toutes les caractéristiques non-essentielles permet de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi. Étant donné que les dimensions des bois « techniques » de réemploi ne correspondent pas forcément aux dimensions standards des bois neufs, il convient d'en tenir compte au moment de la conception. Par ailleurs, des hypothèses prudentes lors du calcul des conditions de chargement des structures (données pessimistes sur la qualité du bois) permettent de compenser le manque d'information ou de certification de la matière. Il peut également être pertinent d'effectuer des mesures de compensation en partant des conditions d'utilisation actuelles de la charpente (renforcement du moment fléchissant le plus grand, charge plus légère, entraxe plus court, surdimensionnement des sections de bois, doublement des poteaux, exclusion des éléments abîmés, etc.).

→ *État*. Selon les exigences de l'application visée, l'auteur de projet peut préciser ses attentes sur les aspects suivants :

- absence de nœuds vicieux, pourris ou mauvais ;
- absence de traces de gélivures, roulure, cadranure, fente importante et factures d'abattage, gerçures ;
- absence de déformation, bois non tordu ;
- éléments exempts de piqûres et gros trous de vers, de traces de pourritures et de moisissures ;

- présence raisonnable des trous de clous et de boulons - qui confèrent aux bois anciens une partie de leur caractère ;
- teneur en humidité ;
- identification du classement de résistance.

→ *Quantité* : pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner le lot avec des essences et lots différents.



Conception d'une extension d'habitation de 110 m<sup>2</sup> à partir de matériaux de réemploi, © AASF Atelier Architecture Sarah Fruit, Bati Recup (FR)



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Le réemploi des éléments pour un usage structurel nécessite généralement de connaître avec suffisamment de précision les performances suivantes (liées à l'essence de bois) : **taux d'humidité, stabilité dimensionnelle, durabilité naturelle du bois, classe d'emploi, résistance mécanique, réaction au feu et émission de substances dangereuses.** Ces caractéristiques, définies dans la norme harmonisée EN 14081-1, peuvent être évaluées par des professionnels agréés. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, elles permettent d'envisager le cas particulier des bois de structure à section rectangulaire de réemploi. Certaines de ces caractéristiques sont également pertinentes pour des usages non structurels.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Stabilité dimensionnelle</b>	Étroitement liées à l'essence du bois, aux conditions du séchage et de stockage, au degré de tri des éléments et à l'homogénéité du lot, les dimensions réelles des éléments en bois sont influencées par le gonflement et le retrait dus aux variations de la teneur en humidité. Un examen visuel ou détaillé peut être suffisant pour les estimer.
<b>Taux d'humidité</b>	Selon sa fonction et sa localisation dans la construction, l'élément en bois doit être mis en œuvre à un taux d'humidité d'équilibre (par exemple : 15% < H < 22% pour les éléments de charpente et H < 18 % pour les éléments d'ossature). Il convient de se référer aux normes de mise en œuvre. Le taux d'humidité du bois dépend essentiellement des conditions de séchage et de stockage du bois de réemploi. Sa mesure s'effectue au moyen d'un humidimètre.
<b>Durabilité naturelle</b>	Cette caractéristique évalue la résistance naturelle du bois (aubier vs duramen) aux attaques de champignons. Elle est évaluée selon l'essence du bois et permet de déterminer la classe d'emploi des éléments. Il est possible d'augmenter la durabilité naturelle au moyen de traitements de préservation adaptés à l'espèce et à l'usage considéré. Dans ce cas, on parlera de durabilité « conférée ». Dans le cas de bois de réemploi, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence.
<b>Classe d'emploi</b>	La classe d'emploi du bois détermine les usages appropriés (voir tableau ci dessous). La norme harmonisée européenne EN 460 définit cinq classes d'emploi du bois et les risques biologiques associés. Elle préconise l'application éventuelle d'un traitement de protection adéquat selon l'usage et la classe de durabilité naturelle du bois mis en œuvre (voir normes EN 350-2 et EN 335). Par exemple, le bois de toiture n'entrant pas en contact avec le sol, non exposé aux intempéries et humidifié temporairement doit appartenir à la classe d'emploi 2.
<b>Résistance mécanique</b>	La classe de résistance est le résultat du classement du bois sur base de ses propriétés mécaniques (résistance à la flexion, à la compression, à la traction, au cisaillement, module d'élasticité). Elle est déterminée au regard de l'essence du bois, de sa masse volumique et du taux d'humidité. D'une manière générale, les bois ayant une masse volumique élevée ont une meilleure résistance mécanique. Les classes mécaniques des pièces de bois peuvent être établies par un classement machine ou un classement visuel (voir encadré sur le « classement des bois »). Le classement visuel semble assez adapté dans le cas des matériaux de réemploi puisqu'il est complémentaire au processus de remise en état mis en place par les revendeurs. Des certificateurs agréés peuvent vous accompagner.

Classe d'emploi	Usage général	Risques biologiques		Classe de durabilité naturelle du bois				
		Insectes	Champignons	I	II	III	IV	V
1	A l'intérieur, au sec	Oui	Non					
2	A l'intérieur, ou sous abri, non exposé aux intempéries. Possibilité de condensation d'eau	Oui	Faibles					
3	A l'extérieur, au-dessus du sol, exposé aux intempéries	Oui	Oui					
4	A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce	Oui	Oui					
5	Immergé dans l'eau salée de manière régulière ou permanente	Oui	Oui					

Traitement non nécessaire  
 Traitement recommandé  
 Traitement nécessaire





Caractéristiques	Commentaires
<b>Réaction au feu</b>	<p>Les exigences spécifiques en matière de réaction au feu sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), par la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.). Il importe donc à l'auteur de projet de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>D'après une décision européenne (Décision 2003/43/CE), la classe de réaction au feu D-s2,d0 est attribuée sans essai supplémentaire à l'ensemble des bois massifs dont la masse volumique moyenne minimale est de 350 kg/m<sup>3</sup> (mesurée selon une humidité de référence, H=12%) et dont l'épaisseur minimale hors tout est de 22 mm.</p> <p>L'influence d'un traitement de préservation contre les attaques biologiques ou tout autre traitement de finition doit également être prise en compte. Si nécessaire, la performance de réaction au feu des éléments doit être soumise à essai et déclarée selon l'EN 13501-1.</p>
<b>Résistance au feu</b>	<p>Lors du calcul de résistance au feu des structures bois (norme EN 1995 : Eurocode 5), la vitesse de combustion est évaluée en utilisant les caractéristiques géométriques (dimensions des éléments, section, combinaison) et les propriétés du matériau (essence de bois, résistance, rigidité, masse volumique caractéristique).</p>
<b>Toxicité</b>	<p>Les éléments en bois peuvent avoir été traités avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Des tests en laboratoire peuvent être prescrits pour évaluer la dangerosité des contaminants présents. La toxicité de certains de ces contaminants peut avoir chuté drastiquement après plusieurs années en service. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec les personnes.</p>



Réemploi de bois de charpente en poteaux de garde corps.  
© Cyrus Cornut, Grande Halle de Colombelles, WIP. Architectes : [Encore Heureux \(FR\)](#)

**Disponibilité**

Les poutres sont souvent disponibles en sections de 150 mm × 150 mm jusqu'à 450 × 450 mm, et dans une grande variété de longueurs (dimensions courantes jusqu'à 8 m). Les poutres plus longues sont plus rares. La plupart des poutres en bois de réemploi sont en chêne, mais on en trouve également en pin, en orme, en teck, etc. Les revendeurs professionnels détiennent généralement des stocks importants et sont en mesure de répondre rapidement à la plupart des commandes de moyennes et petites tailles. Les plus grosses commandes nécessitent généralement un délai afin de constituer un stock suffisant.

Les solives en bois sont disponibles dans la plupart des tailles standards (60 × 150 mm jusqu'à 80 × 24 mm) en pin, chêne, jarrah, etc. Les revendeurs détiennent généralement d'importants stocks qu'ils peuvent renouveler rapidement.

Le bois d'ossature est généralement disponible en section de 50 × 100 mm, d'une longueur comprise entre 2,4 et 3 m. Il s'agit de résineux, le plus souvent du pin. Pour des grands volumes (dizaine de kms), les montants sont susceptibles de provenir de différents approvisionnements et d'avoir des différences de couleur, section, etc.

**Le saviez-vous ?**

*D'après plusieurs revendeurs belges, la demande pour les poutres anciennes a diminué entre les années 1990 et 2000. Beaucoup de fournisseurs qui disposaient d'un stock important se sont alors équipés pour transformer ces poutres en plancher, bardage, portes, marches d'escalier ou mobilier.*

*Les poutres sont généralement débitées de la façon suivante : les faces sont découpées et conservées intactes pour en faire du plancher patiné. Le cœur de la poutre est lui-même débité en éléments de taille inférieure qui, dans certains cas, sont vieillies artificiellement pour compléter les gammes de planchers rustiques.*

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le modèle, l'état et les quantités nécessaires. Quelques prix constatés :

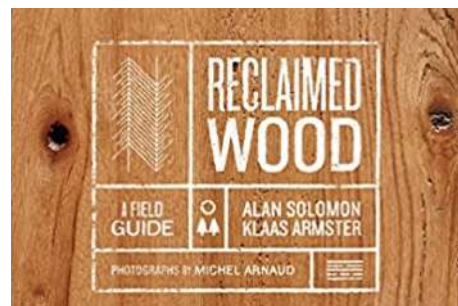
- Solives en pin 6 × 16 cm : ~ 3,5 €/m
- Solives en pin 8 × 24 cm : ~ 8,5 €/m
- Solives en bois tendre (6 × 16 à 8 × 20 cm) : 4 à 10 €/m suivant section

Généralement, les points de vente préfèrent fournir des longueurs de 2,4 à 2,8 m plutôt que des montants de 4 m car les longueurs plus courtes sont plus faciles à trouver. Pour les longueurs supérieures à 4 mètres, un supplément peut être calculé.

- Poutres en bois de vieilles fermes d'épicéa 90 × 400 mm : ~ 560€/m<sup>3</sup>
- Poutres en vieux pin : prix variable en fonction de la finition (rabotées ou non) et de la longueur : ~350 €/m<sup>3</sup>. Le prix unitaire est plus élevé pour les poutres longues.
- Poutres en vieux chêne : prix variable en fonction de la finition (rabotées ou non) et de la longueur. Pour une section de 25 × 25 cm : entre 700 € et 2350 €/m<sup>3</sup>. Le prix unitaire est plus élevé pour les poutres longues.
- Brossage/Nettoyage : ~ 20 € par mètre linéaire.



Article sur l'importance de réutiliser les éléments bois malgré l'utilisation de traitements aujourd'hui prescrits. <https://www.salvoweb.com/salvonews/29459-salvo-strongly-supports-the-salvage-and-reuse-of-reclaimed-timbers>



Livre sur le bois de réemploi aux états-unis (histoire, récupération, exemples de réutilisation et conseils pratiques). Reclaimed wood : a field guide (2019), Alan Solomon & Klaas Armster, 240 p., Abrams edition, ISBN-13 : 978-1419738180



Retour d'expérience pour la réalisation d'une charpente en bois de réemploi, YR Architecture Design : <http://www.yr-architecture.com/reclaimed-timber-preparing-reclaimed-wood-for-reuse/>

**Trouver des prestataires spécialisés**[salvoweb.com](http://salvoweb.com)[opalis.eu](http://opalis.eu)

L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, l'utilisation de traitement de préservation, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.





**Substances dangereuses et précautions**

Les éléments de structure en bois massif peuvent avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses ou avoir été traités avec des produits toxiques, notamment pour améliorer leur résistance aux agents biologiques, au feu ou à l'humidité. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Pour certaines molécules, des méthodes simples de révélation par coloration peuvent parfois être utilisées (test au plomb, test au chrome azuro, etc.).

Sur l'exemple ci-dessous, une coloration est appliquée afin de déterminer si le bois a subi un traitement. Une coloration rouge traduit l'absence de traitement alors qu'une coloration bleutée met en évidence la présence de traitement.

Le plomb, le cuivre, le chrome, l'arsenic, les PCP et certaines molécules biocides font partie des substances dangereuses susceptibles d'être rencontrées. Leur concentration dans le bois, leur efficacité et leur pouvoir nocif résiduel sont difficilement estimables sans mettre en œuvre des tests spécifiques en laboratoire. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, ou en cas de doute, il est toujours préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec les personnes. De plus, les opérations de sciage, rabotage, ponçage, etc. doivent être réalisées en prenant les mesures de sécurité adéquates (équipements de protection individuels, systèmes d'aspiration des poussières, élimination des déchets, etc.).

Certains types de de traitement du bois encore proposés aujourd'hui impliquent toujours des substances toxiques. Leur usage est fortement réglementé et réservé à certaines applications. En tout état de cause, de tels traitements pourraient limiter, voire compromettre entièrement, le réemploi futur des éléments ainsi traités.

Pour plus d'information sur les substances dangereuses et précautions, vous pouvez consulter le document suivant rédigé par l'INRS qui revient sur les principaux produits de traitement des bois (constituants, dangers, utilisations, mesures préventives) : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20981>



Coloration rouge révélant une absence de traitement. © expert-bois.fr



Coloration bleutée révélant la présence d'un traitement (limité à l'aubier). © expert-bois.fr



Réemploi de 2000 mètres linéaires d'éléments de structure en bois massif. Redfox Commons (2019) (USA) © LEVER Architecture



Cloisons en ossature bois de réemploi : 350 m³ de bois récupérés pour créer la structure des cloisons en plaque de plâtre, *BedZED*. © Bill Dunster Architects (ZEDfactory, 2002) (UK)



**En savoir plus !**

Certains principes généraux relatifs au réemploi du bois sont détaillés dans le document :

« Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des charpentes industrialisées » - Fondation Bâtiment Énergie (FBE). Décembre 2020 (en français).

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-charpente-V1.pdf>



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

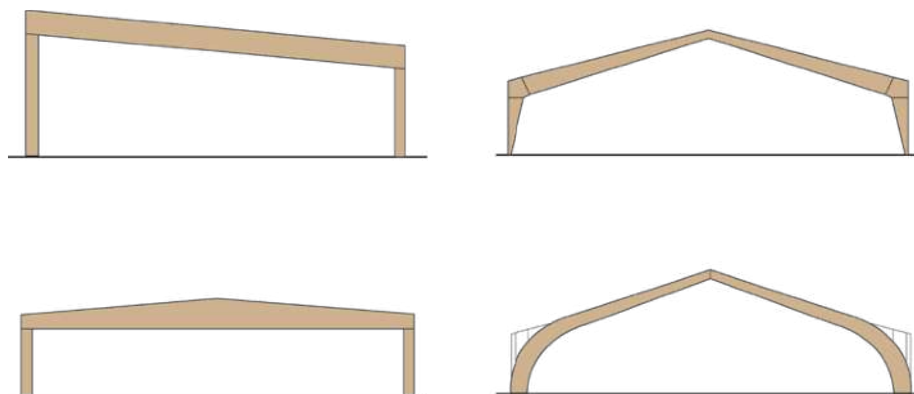


### Description du matériau

Les éléments en bois lamellé-collé (BLC) sont produits par superposition et contre-collage de lamelles de bois rabotées. Cette technique, connue depuis des centaines d'années, a connu un fort développement au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Le BLC est devenu un élément de structure apprécié pour ses performances mécaniques, sa légèreté, sa capacité à franchir de longues portées (limitées en pratique par les contraintes de transport) et la diversité de formes géométriques qu'il permet.

Les lamelles utilisées pour la fabrication sont obtenues par aboutage de pièces en bois exemptes de défauts structurels (nœuds, etc.). Elles sont disposées de façon à ce que leur fil soit parallèle à la direction principale de l'élément produit. Les lamelles sont assemblées par collage et pressées selon la forme souhaitée (droite ou cintrée). Les éléments ainsi produits sont ensuite rabotés et usinés afin de faciliter le placement et l'assemblage des éléments de jonction. De nombreux traitements de finition sont proposés, selon les exigences propres à l'usage visé (aspect, résistance au feu, protection contre les agents biologiques, etc.).

Les fabricants de BLC neuf annoncent une durée de vie de référence estimée à 100 ans or il n'est pas rare que des bâtiments construits avec une structure en BLC soient démolis bien plus rapidement. En théorie, des éléments structurels en BLC démontés soigneusement lors de ces démolition pourraient donc être réemployés, y compris à des fins structurelles. En pratique, cette approche reste rare, bien que quelques projets pion-



Exemples de variabilité des formes des éléments en bois lamellé collé de structure

niers illustrent la possibilité de le faire et annoncent peut-être le développement d'une filière prometteuse pour l'avenir. Actuellement, les éléments en BLC sont le plus souvent réutilisés à des fins non structurelles, pour la réalisation de mobilier ou en architecture d'intérieur par exemple.

Les bois lamellés collés de structure ne doivent pas être confondus avec les bois CLT (*Cross Laminated Timber* dont les couches ont la particularité d'être croisées à 90° afin d'augmenter la rigidité et la stabilité du panneau dans toutes les directions.) ou LVL (*Laminated Veneer Lumber* ou Lamibois qui s'apparente plutôt à un contre-plaqué de très forte épaisseur). Ils diffèrent également des bois lamellés collés destinés à l'ameublement ou à la menuiserie.

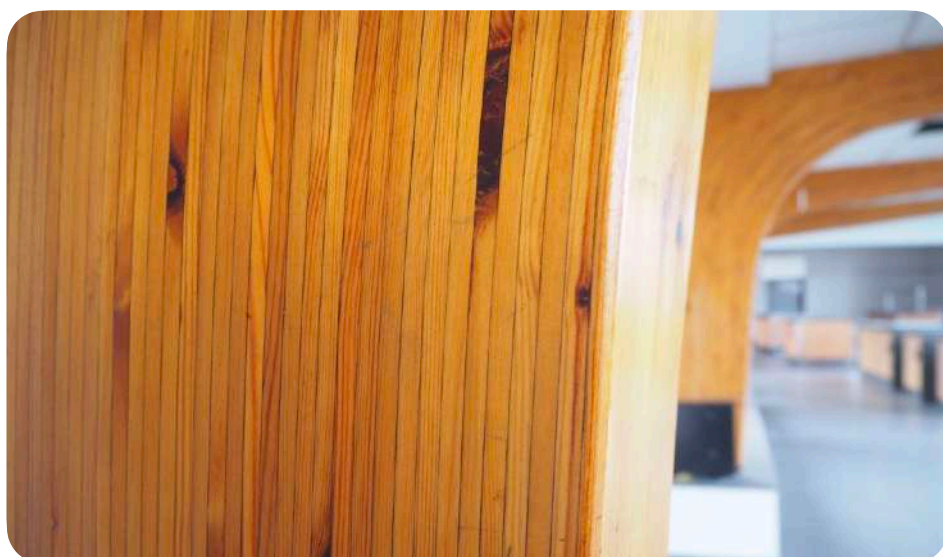
Les poutres en BLC se distinguent généralement selon les critères suivants :

→ **Essence de bois.** La plupart du temps résineux (e.a. épicéa, sapin, pin sylvestre, douglas, mélèze), plus rarement feuillus (e.a. peuplier, hêtre ou chêne). La composition

d'un élément en bois lamellé collé peut être homogène (toutes les lamelles sont de la même essence de bois) ou panachée (assemblage de plusieurs essences aux caractéristiques mécaniques différentes).

→ **Formats et dimensions.** Les poutres peuvent être droites ou cintrées, à inertie constante ou variable, à arêtes droites ou chanfreinées. Les dimensions, le nombre et la disposition des lamelles sont variables et influencent les performances mécaniques et les formes possibles.

→ **Aspect.** Selon la couleur naturelle du bois, son degré d'exposition aux conditions météorologiques, les traitements de finition ou de préservation, etc. Les poutres de réemploi peuvent porter des marques laissées par les usages antérieurs : présence de ferrures ou trous de ferrures, décolorations au niveau des assemblages, etc.





**Récupération du matériau**

**Actuellement, le BLC de réemploi provient majoritairement du démontage d'éléments de charpentes, de poutres de planchers ou de poteaux datant généralement de la seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle.**

La récupération des éléments de charpente en BLC requiert une bonne coordination ainsi qu'un certain niveau d'expertise. Il est préférable de se faire accompagner par des professionnels (ingénieurs structure, bureaux de contrôle, démolisseurs, entrepreneurs, etc.) qui pourront garantir la stabilité de l'édifice via une méthodologie de dépose adéquate, s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose, et estimer la qualité et la quantité des éléments en BLC en bon état en vue d'évaluer l'intérêt du lot.

Comme le bois massif, les éléments en BLC peuvent se dégrader lorsqu'ils sont soumis à une humidité excessive. Les pathologies résultent en général de la présence de champignons qui entraînent la pourriture du bois ou de la présence d'insectes xylophages. Le retrait du bois et le décolllement des lamelles, dûs à des variations d'humidité importantes, entraînent également la formation de fissures dans lesquelles un excès d'eau peut pénétrer. C'est pourquoi, un ouvrage non protégé ou mal conçu sera potentiellement plus abîmé. Les parties horizontales des poutres et les zones d'assemblage sont les principales zones à risque.

→ **Études préliminaires.** Celles-ci visent à évaluer la qualité générale des différents éléments. Elles peuvent combiner plusieurs approches :

- **Inspection visuelle.** Celle-ci permet de s'assurer des caractéristiques du bois (essence, modes d'aboutage des lamelles...) et de relever la présence d'éventuelles pathologies :
  - fissures, non dommageables ou traversantes
  - décolllements
  - déformations anormales
  - décolorations
  - présence d'insectes, de champignons ou de zones de pourritures
  - état des ferrures et des assemblages mécaniques
  - état de la couche protectrice (vernis, lasure)

*Il est normal que des fentes de retrait se forment dans le bois du fait des variations climatiques. La plupart du temps, celles-ci n'altèrent pas significativement les propriétés mécaniques des structures et ne constituent donc pas un défaut.*

Il s'agira également d'étudier à quel(s) type(s) de sollicitation(s) la structure a dû faire face en phase d'usage : exposition à des substances polluantes, surcharges d'exploitation, accidents, etc. L'analyse des types d'assemblage permet également d'envisager la méthode de dépose la plus adéquate.

• **Tests élémentaires :**

- Test de "dureté" à l'aide d'un résistographe. Il permet de détecter les zones superficielles de pourritures.
- Test au "tournevis". Il consiste à provoquer un éclat localisé à l'aide d'un objet contondant. Dans un bois sain, la rupture a lieu le long des fibres tandis qu'un bois pourri a tendance à se rompre en petits bouts ou au milieu des fibres.
- Test au "maillet". Il consiste à frapper délicatement le bois pour détecter la présence de zones vides ou pourries (émettant un son creux).
- Mesure d'humidité à l'aide d'un humidimètre.

• **Études complémentaires.** Selon les nouveaux usages visés, d'autres études peuvent être menées :

- Historique du bâtiment, sur base de la documentation d'origine (plans d'exécution, mode d'assemblage, notes de calcul, déclaration des performances d'origine, documentation technique, etc.) et de recherches sur les conditions d'usage (entretien d'occupants de longue date, identification d'événements comme des incendies, des infiltrations d'eau, des inondations, etc.).
- Profil géométrique, sur base d'un relevé de la charpente ou de l'ossature par un géomètre pour caractériser la dimensions des éléments et leurs connexions.



Mesure de l'humidité © SGI



Evaluation visuelle des zones à risque © SGI



Caractérisation des fissures © SGI



Dégradations dues à une exposition prolongée à l'humidité © SGI



Fissures de délamination © SGI



Caractérisation des assemblages © SGI



→ *Dépose.*

• Pour un nouvel usage structurel des éléments, il convient d'éviter que la dépose n'entraîne des efforts de torsion ou la déformation des éléments. Pour ce faire, les éléments sont préalablement désolidarisés avant d'être extraits avec précaution. La dépose soignée d'éléments structurels requiert une bonne coordination et des moyens techniques adéquats (engins de coupe, moyens de levage, etc.) afin d'assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Lors du levage par grue, il convient d'utiliser des sangles larges et de protéger les bords des éléments en BLC à l'aide de cornières en acier ou d'un système similaire afin d'éviter de provoquer des marques dans les éléments.

• La méthode de dépose par arrachement à l'aide d'une pince à grappin, fréquemment rencontrée sur les chantiers de démolition, risque de provoquer des dommages et des déformations qui limitent, voire compromettent, le réemploi des éléments à des fins structurelles. Les éléments démontés de cette façon peuvent cependant toujours servir pour des applications moins exigeantes.

Une fois démontés, les éléments sont préférentiellement regroupés, numérotés et correctement identifiés afin de garantir l'homogénéité et la traçabilité de chaque pièce du lot.

→ *Stockage.* Les éléments sont stockés sur la tranche ou à plat, et de façon à être protégés contre les influences extérieures telles que le soleil, la pluie, les variations d'humidité, le contact avec le sol, la végétation, etc. Une bâche imperméable peut recouvrir les éléments en lamellé collé pour les protéger. En cas de stockage prolongé, l'emballage doit être ouvert pour empêcher ou évacuer la condensation. Les éléments sont posés sur des supports transversaux en bois propres et suffisamment épais pour assurer une bonne ventilation. Un nombre suffisant de blocs d'espacement en bois non imprégné et d'épaisseur similaire est utilisé en cas de superposition à plat. Il convient de prêter une attention particulière à la planéité des éléments en cas de stockage à long terme.

→ *Transport.* Suivant la longueur des éléments et les règles de circulation en vigueur, des autorisations et des moyens spécifiques peuvent être nécessaires. En fonction de l'application visée et de la longueur initiale des pièces, il peut être préférable de redimensionner les éléments sur site pour faciliter le transport. Les éléments sont idéale-

ment protégés pour limiter les risques d'endommagement (dommages mécaniques, humidité, rayons UV, etc.). L'utilisation de sangles larges et correctement positionnées est recommandée.

→ *Opérations.* Selon leur état et l'usage prévu, les éléments de structure en BLC de réemploi peuvent passer par plusieurs opérations avant leur remise en œuvre. Certains fournisseurs effectuent d'office certaines de ces opérations. Il arrive cependant que le bois soit récupéré ou vendu dans son état d'origine. Il appartient alors à l'acheteur d'anticiper ces étapes. Il peut être intéressant d'associer à cette démarche des producteurs d'éléments en BLC. Ceux-ci peuvent contribuer à la remise en état des éléments.

• *Retrait des éléments métalliques.* Les clous, vis et autres pièces métalliques sont éliminés au moyen d'outils adaptés. Ce processus laborieux est essentiel si un usinage du bois est prévu ultérieurement, au risque de détériorer les machines. L'utilisation d'un détecteur de métaux facilite la localisation des objets métalliques.

• *Nettoyage superficiel.* Au moyen d'une brosse souple ou métallique, par ponçage ou sablage selon les exigences. Un ponçage mécanique permet d'enlever les restes de peinture ou de vernis par exemple.

• *Séchage.* Selon l'état hygrométrique du bois. Les éléments sont généralement séchés naturellement sous hangar, en prenant les dispositions de stockage nécessaire (espacement des éléments, pas de

contact avec le sol, cales, etc.). Un séchage artificiel peut être opéré dans certains cas afin de réduire le taux d'humidité.

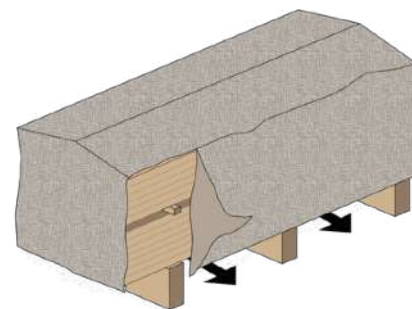


Schéma de stockage couvert



Stockage de poutres en BLC récupérées



Préparation à la dépose



Dépose de poutres en BLC



Dépose de poutres en BLC



Transport de poutres en BLC récupérées





- **Traitement de préservation.** Afin d'optimiser la durabilité des bois en extérieur ou améliorer leur classe de service, plusieurs types de traitements préventifs sont possibles, par exemple par trempage, aspersion, badigeonnage, en autoclave, etc. Ils sont encadrés par des normes et des recommandations d'usage. Les grandes dimensions des éléments en BLC peuvent limiter certains types de traitement. L'avis d'un professionnel est recommandé, en particulier si le bois a déjà subi ce type de traitement auparavant ou si une couche de finition est déjà présente. De manière générale, aucun traitement de surface n'offre une protection durable contre la pourriture. En l'absence d'informations sur les traitements de préservation du bois d'origine, il n'est pas possible d'envisager le réemploi des éléments en espace extérieur non protégé.

- **Sciage et débitage.** Les pièces de BLC peuvent être débitées en section plus petites ou retaillées à dimension. Les poutres peuvent également être recoupées dans leur épaisseur à l'aide d'une scie mobile ou en scierie pour obtenir des éléments plus fins, adaptés à la réalisation de projets de mobilier par exemple.

- **Rabotage.** Les pièces peuvent être rabotées sur une ou deux faces pour obtenir des sections planes et constantes et corriger les défauts de planéité issus d'un sciage préalable.

- **Usinage.** Si nécessaire, des nouveaux emplacements pour les assemblages (connecteurs, ferrures, etc.) peuvent être usinés. Les machines à commande numériques offrent un degré de précision utile dans ce cas.

- **Réparations.** Rebouchage des fissures et trous de faibles dimensions à l'aide de pâte à bois ou de résines de type époxy (anciens trous d'assemblage par exemple). Des réparations mécaniques sont envisageables (adjonctions de pièces et armatures).

- **Finitions.** Selon les usages visés, le bois peut être laissé tel quel ou recevoir une couche de finition (vernis, cires, huiles, laques, peinture, etc.). Certains traitements de finitions peuvent améliorer les performances liées aux risques d'incendies. Des traitements de finition sains et non nocifs pour l'environnement sont à privilégier.

*Retrait des éléments métalliques**Inspection au détecteur de métaux**Bois lamellé collé refendu (scié dans la longueur)**Rabotage**Rabotage*

*Processus de transformation et remise en état d'une poutre en bois lamellé collé.*  
© Crossroads Lumber, 2015.  
(<https://www.youtube.com/watch?v=YmB2cAdFDAQ>)



## Applications et mise en œuvre

**Les éléments en BLC de réemploi offrent en principe de nombreuses possibilités de remise en œuvre. En pratique, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :**

- selon la nouvelle application visée :
  - Structurelle
  - Non-structurelle
- selon le point de départ du travail de conception :
  - À partir d'une structure encore sur pied
  - À partir d'un lot d'éléments déjà démontés et mis en vente par des fournisseurs professionnels

Le cas le plus exigeant est bien sûr celui d'une application structurelle. Celle-ci est régie par les normes d'usage, auxquelles il convient de se référer (par exemple EN 1995 : Eurocode 5 pour la conception et le calcul des structures en bois, EN 14080, etc.). Selon la réglementation en vigueur, il est également nécessaire de tenir compte des exigences sismiques, thermiques et acoustiques, de protection contre les termites, de résistance au feu, etc. Pour ce faire, il est recommandé d'impliquer des ingénieurs spécialisés dès que possible dans le processus de conception.

Dans le cas d'une structure encore en place, ceux-ci peuvent recommander, encadrer et interpréter les analyses préalables : inspection visuelle, tests préliminaires, études complémentaires, etc. (voir § *Récupération du matériau*). Sur base de ces informations, des tests supplémentaires peuvent être requis (identification des essences, état des colles, performance de résistance à la flexion, etc.). Dans la plupart des cas, ils sont en mesure de proposer des approches de conception adaptées au niveau d'information disponible :

→ hypothèses prudentes lors du calcul des conditions de chargement des structures. Par exemple, en adaptant les marges ou incertitudes quant à la qualité du bois, en simulant une modélisation sur base de la classe mécanique la plus faible, etc.

→ mesures de compensation en partant des conditions d'utilisation actuelles de la charpente. Par exemple, en proposant des renforts aux endroits où le moment fléchissant

est le plus grand, en raccourcissant l'entraxe entre les montants, en prévoyant des charges plus légères, en surdimensionnant les éléments (par dédoublement des poteaux, par exemple), etc.

Le cas des applications non structurelles nécessite également une adéquation entre les propriétés du matériau d'origine et l'usage visé.

Certaines propriétés des éléments sont détaillées par les fournisseurs professionnels qui, en plus des services de remise en état, sont généralement capables de fournir des informations sur les dimensions des éléments (épaisseurs, longueur, largeur), leur poids, l'essence ou encore l'état des éléments (présence de trous, de fissures, d'éléments métalliques, etc.). Il peut également être utile de se rendre sur place pour se rendre compte de la qualité du lot.

Selon les exigences de l'application visée, l'auteur de projet peut être amené à préciser ses attentes quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Types et dimensions.** Laisser de la latitude sur les dimensions, l'essence, la teinte du bois et toutes les caractéristiques non-essentielles permet de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi.

→ **État.**

- Vérification de la bonne tenue des colles (au moyen d'essais spécifiques ou par inspection visuelle). Si celles-ci ne sont plus viables, les éléments risquent de se délaminer.
- Degré d'imperfection toléré au regard de l'usage prévu, en spécifiant l'acceptation ou le rejet de ces défauts (par exemple, fissures non traversantes < 30 cm, etc.). Ce principe peut-être décrit sous forme visuelle pour faciliter l'examen des éléments en lamellé collé.
- Présence acceptable de trous et percements. Si le projet ne peut s'en accommoder, un simple rebouchage des fissures et trous de faibles dimensions peut être effectué à l'aide de pâte à bois ou de résines de type époxy. Pour un usage structurel, d'autres méthodes de rénovation existent en traitant le matériau déficient par injection, remaillage ou reconstitution, en remplaçant une partie dégradée par une prothèse ou en ajoutant des renforts.

→ **Quantité.** Pour un usage non structurel, et afin d'augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir de fractionner le lot avec des essences, teintes et lots différents.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état sur le marché du réemploi. Les conditions de vente peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Présence de trous, fissures et dégradations sur les éléments récupérés

 **Portail du BOIS LAMELLÉ**

Le portail du bois lamellé (<http://www.glulam.org>) édité par l'Union des Industriels Constructeurs Bois (UICB) regroupe de nombreuses informations sur le bois lamellé collé de construction et ses usages.





**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Le réemploi des éléments en BLC à des fins structurelles nécessite généralement de connaître avec suffisamment de précision les performances suivantes, liées à l'essence de bois : caractéristiques dimensionnelles, taux d'humidité, résistance mécanique, durabilité naturelle ou conférée du bois, classe d'emploi, résistance du collage, réaction au feu et émission de substances dangereuses. Ces exigences, définies dans la norme harmonisée EN 14080, peuvent être évaluées par des professionnels agréés. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, elles permettent d'envisager le cas particulier des éléments en BLC de réemploi. Certaines de ces caractéristiques sont également pertinentes pour des usages non structurels.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Stabilité dimensionnelle</b>	Étroitement lié à l'essence du bois, aux conditions du séchage et de stockage, au degré de tri des éléments et à l'homogénéité du lot. Les dimensions réelles des éléments en BLC sont influencées par le gonflement et le retrait dus aux variations de la teneur en humidité. Un examen visuel ou détaillé peut être suffisant pour les caractéristiques dimensionnelles des éléments.
<b>Taux d'humidité</b>	La maîtrise du taux d'humidité du BLC est une garantie de stabilité dimensionnelle et mécanique. Selon leur fonction et leur localisation dans la construction, les éléments doivent être mis en œuvre à un taux d'humidité d'équilibre (par exemple : 15% max. pour les éléments de charpente) et au regard de la classe de service assignée. Il convient de se référer aux normes de mise en œuvre. Le taux d'humidité dépend essentiellement des conditions climatiques (température et humidité relative de l'air) auxquelles est exposé le bois de réemploi. Sa mesure s'effectue au moyen d'un humidimètre (ou hygromètre pour bois).
<b>Durabilité</b>	<p>La durabilité naturelle des éléments en bois lamellé collé évalue leur résistance aux attaques de champignons. Elle est identique à celle de l'essence de bois à partir duquel ils sont fabriqués et permet de vérifier leur compatibilité avec la classe de service assignée. Il est possible d'augmenter la durabilité naturelle au moyen de traitements de préservation ou de finition adaptés à l'espèce et à l'usage considéré. Dans ce cas, on parlera de durabilité « conférée ». L'utilisation de produits de préservation est encadrée par des normes et des recommandations d'usage. Il convient de s'assurer que les installations de traitement sont adaptées à la taille - parfois considérable - des éléments en BLC visés.</p> <p>De manière générale, la meilleure façon de protéger le bois consiste à veiller, lors de la conception, à ce que la décomposition ne puisse pas se produire : en choisissant une essence adaptée, en protégeant les éléments, en s'assurant qu'ils puissent sécher rapidement, voire en envisageant un traitement spécifique.</p>
<b>Classe d'emploi</b>	<p>La classe d'emploi du bois détermine les usages appropriés (<i>voir tableau ci dessous</i>). La norme harmonisée européenne EN 460 définit ainsi cinq classes d'emploi du bois et les risques biologiques associés, et préconise l'application éventuelle d'un traitement de protection adéquat selon l'usage et la classe de durabilité naturelle du bois mis en œuvre (<i>voir normes EN 350-2 et EN 335</i>). Par exemple, le bois de toiture n'entrant pas en contact avec le sol, non exposé aux intempéries et humidifié temporairement doit appartenir à la classe d'emploi 2. Cette classification est pertinente pour les usages structurels et non structurels.</p> <p>L'application de traitements de préservation en surface des BLC ne permet pas d'aller au-delà de la classe d'emploi 2. Les classes d'emploi 3 et 4 ne peuvent être obtenues que par traitement des lamelles séparées, c'est-à-dire avant collage. La classe d'emploi 5 ne concerne pas les BLC.</p> <p>Dans le cadre du dimensionnement des structures bois, les éléments sont affectés à une classe de service (EN 1995) directement conditionnée par la classe d'emploi des bois.</p>

Classe d'emploi	Usage général	Risques biologiques		Classe de durabilité naturelle du bois				
		Insectes	Champignons	I	II	III	IV	V
1	A l'intérieur, au sec	Oui	Non					
2	A l'intérieur, ou sous abri, non exposé aux intempéries. Possibilité de condensation d'eau	Oui	Faibles					
3	A l'extérieur, au-dessus du sol, exposé aux intempéries	Oui	Oui					
4	A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce	Oui	Oui					
5	Immergé dans l'eau salée de manière régulière ou permanente	Oui	Oui					

Traitement non nécessaire  
 Traitement recommandé  
 Traitement nécessaire



Caractéristiques	Commentaires
<p><b>Durabilité du collage</b></p>	<p>Dans le cadre du réemploi d'éléments en BLC, la résistance des joints de collage concerne principalement les joints d'aboutage au sein des lamelles (la plupart du temps à entures multiples) et les joints de collage entre les lamelles. Elle peut être vérifiée au moyen d'essais de délamination ou d'essais de cisaillement sur des échantillons. La détermination de cette performance permet de vérifier que des variations d'humidité du bois ne conduisent pas à une délamination, c'est-à-dire une ouverture des joints, pour une classe de service déterminée.</p> <p>Un test rapide (mais non normalisé) permet d'avoir une première indication en la matière. Il consiste à appliquer une force de compression sur une partie évidée d'un échantillon à l'aide d'un serre joint pour provoquer des contraintes de traction perpendiculaire au fil du bois (contraintes de décollement du joint de colle). Si la rupture a lieu au sein des fibres du bois et non dans le plan de collage, le rupture est dite cohésive, ce qui indique un collage satisfaisant.</p> <div data-bbox="438 660 1452 884" style="text-align: center;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serre-joint (force de compression)</li> <li>2. Pièce de bois lamellé collé</li> <li>3. Partie évidée</li> <li>4. Plan de collage entre les lamelles</li> <li>5. Rupture cohésive au sein des fibres du bois</li> </ol> </div> <p>De manière générale, une inspection visuelle des éléments permet d'avoir un premier aperçu de l'état des joints de colle. Les résultats de cette inspection peuvent également être interprétés au regard de la classe de service de l'élément dans son usage d'origine (par exemple, des poutres qui auraient été initialement mises en oeuvre en classe de service 3, avec de fortes variations d'humidité, et qui ne présentent pas de traces de délamination, ont toutes les chances de convenir à un réemploi en classe de service 1, avec de faibles variations d'humidité. L'inverse est absolument déconseillé.</p> <p>De manière similaire, le type de colle utilisée détermine la classe de service dans lequel l'élément pourra être mis en oeuvre. En l'absence d'information précise sur le type de colle, il convient donc de viser une classe de service moins exigeante. Les adhésifs les plus couramment utilisés pour les éléments de structure en bois lamellé sont de trois types : Mélamine-Urée-Formol (MUF), Polyuréthane (PU) et Résorcine-Phénol-Formol (RPF). Ce troisième type, bicomposants synthétiques, a été progressivement abandonné au profit des deux autres. Les colles à base de caséine, sans solvant et écologiques, utilisées au début du 20<sup>ème</sup> siècle ont également été abandonnées car ne répondant plus aux exigences actuelles.</p>
<p><b>Résistance mécanique</b></p>	<p>Dans l'industrie, la résistance mécanique des éléments en BLC neufs est déterminée sur base de la résistance mécanique des lamelles utilisées pour leur fabrication. Pour se faire, chaque lot de lamelles est caractérisé par un classement normatif (visuel ou mécanique), ce qui permet de définir une classe de résistance pour les éléments en bois lamellé collé (ex : GL24, GL28, GL32, etc). Les différentes performances mécaniques des éléments peuvent dès lors être calculées directement sur base de ce classement (résistances à la flexion, à la traction, à la compression, au cisaillement et module d'élasticité) ainsi que sur base des autres caractéristique du matériau (essence, masse volumique, résistance, rigidité, résistance des aboutage, dimensions et combinaison des lamelles, etc.).</p> <p>Dans le cas d'éléments en bois de réemploi, un classement visuel et détaillé du bois par un organisme compétent et agréé est envisageable, ce qui permet, au moyen d'hypothèses prudentes, de déterminer les performances mécaniques de chaque élément en bois lamellé collé. Des essais destructifs sur des poutres en dimension réelle sont aussi possibles. Ils nécessitent d'avoir assez d'éléments au sein d'un lot pour en sacrifier l'un ou l'autre). Ces informations permettent de rendre conforme le matériau à son usage futur.</p>



Transformation en marches d'escalier (BE) © Zinneke



Transformation en garde-corps (BE) © Zinneke

Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)





Caractéristiques pertinentes	Commentaires
<b>Résistance au feu</b>	Lors du calcul de résistance au feu des structures bois (norme EN 1995 : Eurocode 5), la vitesse de combustion est évaluée en utilisant les caractéristiques géométriques (dimensions des éléments, section, combinaison des lamelles) et les propriétés du matériau (essence de bois, résistance, rigidité, masse volumique caractéristique).
<b>Réaction au feu</b>	<p>Les exigences spécifiques en matière de réaction au feu sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences dépendent, entre autres, de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), de la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.). Il importe donc au prescripteur de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>D'après une décision européenne (Décision 2005/610/CE), la classe de réaction au feu D-s2,d0 est attribuée sans essai supplémentaire à l'ensemble des bois lamellés collés conformes à la norme EN 14080, dont la masse volumique moyenne minimale est de 380 kg/m<sup>3</sup> (mesurée selon une humidité de référence de 12%) et dont l'épaisseur minimale hors tout est de 40 mm.</p> <p>L'influence d'un traitement de préservation contre les attaques biologiques ou tout autre traitement de finition doit également être prise en compte. Si nécessaire, la performance de réaction au feu des éléments en bois lamellé collé doit être soumise à essai et déclarée selon la norme EN 13501-1.</p>
<b>Substances dangereuses</b>	<p>De nombreux types de colles ont été utilisés pour la production des éléments en bois lamellé collé. En l'absence d'informations précises, il est relativement difficile de déterminer leur nocivité et leur impact sur la qualité de l'air intérieur. Certains adhésifs tels que la résine mélamine modifiée et la résine phénol-résorcinol peuvent par exemple contenir du formaldéhyde. Néanmoins, il convient de noter que la teneur en formaldéhyde dans ces colles est très faible, et que les concentrations en composés organiques volatils (COV) dans l'air ambiant seront largement en dessous des valeurs limites imposées par la réglementation pour les panneaux à base de bois. Si nécessaire, il est possible de mener des essais pour évaluer le dégagement de formaldéhyde. Cependant, il est généralement admis que l'émissivité de certains matériaux contenant du formaldéhyde diminue avec le temps <sup>(1)</sup>. Le risque lié au réemploi d'éléments en bois lamellé collé en intérieur peut donc être considéré comme faible.</p> <p>Les éléments en BLC peuvent également avoir été traités avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Des tests en laboratoire permettent d'identifier et d'évaluer la dangerosité des contaminants éventuellement présents. La toxicité de certains de ces contaminants peut avoir chuté drastiquement après plusieurs années de service. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au principe de précaution pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec les personnes.</p> <p>Étant donné que les structures en BLC présentent un excellent comportement en contexte d'ambiance agressive, ils sont fréquemment utilisés dans des hangars destinés au stockage de substances telles que des sels, des acides, des hydrocarbures, etc. Des informations relatives à cet usage peuvent par conséquent être utiles pour limiter les risques de toxicité (contamination éventuelle) liés à leur nouvelle application.</p>

(1) Indoor Air Pollution: An Evaluation of Three Agents – Formaldehyde, Exposure to Environmental Hazard, University of Minnesota, PubH 5103, fall semester 2003.



Transformation en éléments de mobilier (BE) © Rotor



Transformations en éléments de mobilier. Espace 16 Arts, Atelier d'architecture Alain Richard, Anderlecht (BE), 2011. © aa-ar

Pour plus d'information sur les substances dangereuses et précautions, vous pouvez consulter le document suivant rédigé par l'INRS qui revient sur les principaux produits de traitement des bois (constituants, dangers, utilisations, mesures préventives) : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20981>



En 2015, l'entreprise néerlandaise Bruil Beton & Mix a permis l'intégration des poutres en bois lamellé collé de réemploi dans la conception de leur nouveau bâtiment. Les poutres en épicéa, issues de l'ancien bâtiment, ont été inspectées individuellement par le bureau de contrôle SHR, soigneusement démontées et remises en état par la société Heko Spanten (fabricant d'éléments neufs). Après séchage, les poutres ont été évaluées individuellement pour caractériser les éventuels dommages et les détériorations dues à la pourriture. Des tests de délamination ont été effectués sur chaque pièce pour vérifier l'état de la colle. La classe de résistance mécanique a été déterminée visuellement (GL24h). L'ensemble de ces paramètres ont ensuite servi aux calculs de structure et au dimensionnement du nouveau bâtiment. La remise en état des poutres a consisté à un nettoyage superficiel à l'eau, un raccourcissement en longueur, et un usinage pour les nouvelles pièces d'assemblage. Au total, 13 poutres de dimension 16.100 × 890 × 133 mm ont pu être récupérées.  
(<https://naturalcapital.futureproof.community/uploads/71dbb80a7b0136dff3f57725f4b11762.pdf>) dans HOUTWERELD, N°11 (mai 2015).

**Disponibilité**

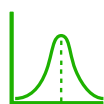
Les éléments en BLC ne sont pas des produits très courants sur le marché du réemploi. Certains fournisseurs complètent toutefois leur offre régulière avec des lots d'éléments en BLC.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le modèle, l'état et les quantités nécessaires. Quelques prix constatés :

→ Poutre en BLC : 200 - 450 €/m<sup>3</sup>

◀ De façon similaire, l'entreprise néerlandaise De Groot Vroomshop, qui fabrique par ailleurs des poutres en BLC neuves, a contribué au réemploi de 80 tonnes de poutres en BLC cintrées, âgées d'une quarantaine d'années et issues de la démolition d'une ancienne patinoire (NL). © De Groot Vroomshop. <https://degroot-vroomshoop.nl/gelijmde-houtconstructies/hergebruik-houten-spanten/>



L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement

généralisable. Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, l'utilisation de traitement de préservation, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.



Avant réemploi



Dépose



Remise en oeuvre



Après réemploi

Réemploi de poutres en BLC sur site. Standaertsite, Ledeborg Gent (BE), 2018. © AE / Carton123 / murmuur. <https://opalis.eu/fr/projets/poutres-en-lamelle-colle-reutilisees-sur-le-site-standaert>



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



## Description du matériau

**Le Crystal Palace, une gigantesque serre de fer et de verre de 92.000 m<sup>2</sup> construite pour l'exposition universelle de Londres en 1841, est l'une des premières démonstrations des possibilités offertes par l'usage du fer pour la construction de bâtiments de grande taille. Incidemment, cet édifice est également un exemple marquant des possibilités de réemploi permises par ce mode de construction. Initialement implanté à Hyde Park, une clause contractuelle exigeait sa démolition une fois l'exposition terminée. L'opinion publique s'est toutefois mobilisée contre ce triste destin. Après de nombreuses propositions, c'est finalement un certain Francis Fuller qui a racheté le palais de cristal. Il l'a fait démonter soigneusement pour le remonter intégralement à Sydenham (où il est resté jusqu'à sa destruction par un incendie en 1936). L'usage de pièces résistantes, aux dimensions relativement modestes (les plus larges étaient des poutres en fonte évidées de 8 m de long et pesant moins d'une tonne) et la simplicité des assemblages ont été des facteurs clés pour la réussite d'une telle opération.**

Bien que l'acier ait désormais remplacé la fonte, les mêmes principes de modularité, de maniabilité, de résistance et de réversibilité font des éléments structurels en acier de bons candidats au réemploi. La présente fiche porte plus spécifiquement sur le réemploi de poutrelles en acier, en tant qu'éléments indépendants, généralement utilisés dans la construction structurelle de bâtiments. Elle n'aborde donc pas directement le réemploi des éléments suivants :

- poutrelles en fonte, aluminium, acier inoxydable ou en autres alliages métalliques ;
- autres éléments de construction métalliques (i.e. tubes et profilés creux, tubes en acier soudé, cornières, poutrelles alvéolaires, palplanches, etc.) ;
- structures partielles ou complètes à base de poutrelles en acier encore assemblées ;
- éléments de fixations des poutrelles (plattines, rotules, etc.).

Néanmoins, les principes généraux décrits dans ce document sont susceptibles de guider le réemploi de certains de ces éléments.

De manière générale, les poutrelles en acier sont utilisées comme éléments simples de portage vertical (e.a. poteau) ou horizontal (e.a. poutres, linteaux, solives, etc.), ou comme éléments assemblés dans une structure métallique (e.a. ossature, charpente, etc.). Leur intégration dans une construction est généralement validée par un bureau d'étude en stabilité et, dans le cas des ossatures et charpentes, un constructeur spécialisé se charge de la préparation et de la livraison des éléments. Les poutrelles peuvent être distinguées selon plusieurs critères :

→ **Composition.** Aujourd'hui, les poutrelles sont généralement produites en acier de construction non allié, composé majoritairement de fer, dont la teneur en carbone est inférieure à 2 % et qui contient une teneur limitée en certains autres éléments (e.a. manganèse, phosphore, soufre, silicium, etc.). La composition de l'acier détermine en grande partie les propriétés physico-chimiques des poutrelles. A ce titre, il ne faut pas confondre les poutrelles en acier avec leurs homologues en fonte (anciennes et plus fragiles en raison d'une teneur en carbone plus élevée), en aluminium (plus léger, extrait de la bauxite, possédant des propriétés matérielles différentes), en acier inoxydable ou « inox » (qui constitue une autre famille d'acier caractérisée par une teneur élevée en chrome) ou encore en d'autres alliages métalliques.

→ **Mode de fabrication.** Les poutrelles en acier sont des produits finis (ou semi-finis si elles doivent encore être usinées) issus de l'industrie sidérurgique. Elles sont traditionnellement classées dans les produits longs et laminés à chaud.

→ **Âge des éléments.** L'utilisation de l'acier dans la construction s'est généralisée depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. De manière générale, on considère que l'acier produit à partir de 1970 est conforme aux spécifications modernes des produits et aux méthodes de calcul basées sur le contrôle de l'Etat Limite Ultime (ELU) et l'Etat Limite de Service (ELS).

→ **Nuances et qualités d'acier** (steel grade). Un système de classification numérique du type d'acier composant les poutrelles permet de les différencier sur base de leurs caractéristiques mécaniques. De manière succincte, les aciers de construction sont désignés par :

- la lettre S (« structural »)
- la limite d'élasticité minimale en N/mm<sup>2</sup> (pour une épaisseur de 16 mm)
- un code se référant à leur « qualité » (selon la valeur spécifiée d'énergie de rupture en flexion par choc : JR, J0, J2, K2).

Les nuances d'acier utilisées dans la fabrication de poutrelles les plus courantes sont S235JR / S275JR / S355J2 (où S235JR signifie « acier de construction ayant une limite d'élasticité de 235 N/mm<sup>2</sup> et une énergie de rupture minimale garantie de 27 Joules à 20°C »). Il existe également des aciers à haute limite d'élasticité et des aciers à résistance améliorée aux conditions atmosphériques. Il existe des tables d'équivalence qui permettent de caractériser les aciers codifiés selon d'anciennes normes.

La documentation technique originale permet de connaître la nuance d'acier des poutrelles de réemploi. Si celle-ci n'est pas disponible, il est envisageable de demander une analyse physico-chimique par un laboratoire agréé.

→ **Formats et profils.** Les poutrelles en acier de construction existent sous de nombreuses formes et dimensions standardisées. Les modèles courants sont les profils IPN, IPE, HEA, HEB, HEM, UPE et UPN (où la première lettre fait référence à la forme de la section, cf. figures 1 à 3). Leurs dimensions sont standards et leurs masses et leurs propriétés respectives sont fixées dans la norme EN 10365. Les propriétés mécaniques diffèrent selon les profils.

### Marquage CE

*Le marquage CE est obligatoire pour les nouveaux aciers de construction depuis 2014 et est abordé dans la norme EN 1090-1. La norme EN 1090-2 stipule que les éléments non couverts par les normes mentionnées (comme l'acier de réemploi) peuvent être utilisés si leurs propriétés pertinentes sont spécifiées et indiquées. Dans le cas des poutrelles de réemploi, il est relativement simple de se référer aux spécifications des normes européennes pour les nouveaux produits afin de démontrer l'aptitude à l'emploi des éléments. Ce processus peut faire recours à une caractérisation visuelle de l'état des éléments, à des abaques reprenant la performances des éléments neufs homologues, à des tests de caractérisation en laboratoire et à une stratégie globale de sur-dimensionnement des structures.*



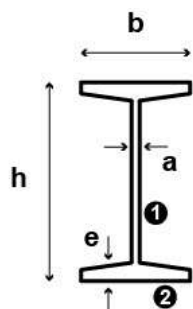
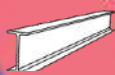


Figure 1. Profil IPN  
(ailes inclinées à épaisseur variable)

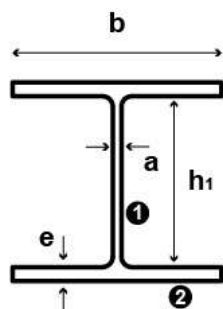


Figure 2. Profil HEA  
(ailes parallèles)

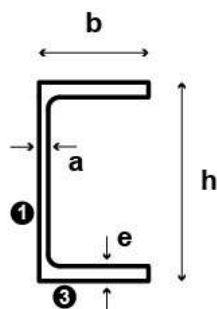


Figure 3. Profil UPE

Figures 1 à 3 : Profils courants de poutrelles en acier

1. « âme »
2. « semelles »
3. « ailes »

- a. Épaisseur de l'âme  
b. Largeur de la semelle  
e. Épaisseur de la semelle  
h. Hauteur de l'âme (y compris semelles)  
h1. Hauteur de l'âme (hors semelles)

→ **Finition de surface.** Selon les usages visés, les poutrelles peuvent avoir fait l'objet de différents traitements :

- **Non traitées** : reconnaissables à leur teinte sombre et à leurs écailles de laminage rouillées. Les poutrelles non traitées sont souvent utilisées pour des applications invisibles.
- **Revêtues d'un apprêt anticorrosion** : ces poutrelles se reconnaissent à leur surface brun rougeâtre et sont souvent installées en application intérieure non visible ou pourvues d'une couche de finition ultérieure (peinture).
- **Galvanisés à chaud** : revêtues de zinc et/ou d'alliages fer/zinc par immersion. L'alliage de surface crée ainsi une couche anticorrosion plus épaisse, avec une surface mate, adaptée à des applications extérieures plus exigeantes.
- **Métallisées** : ayant subi une projection thermique d'un métal ou d'un alliage (rare).
- **Revêtues d'une protection contre les incendies** : sous forme de peinture intumescentes, flocages, etc. (attention, certains flocages sont susceptibles de contenir de l'**amiante**, voir § « Substances dangereuses et précautions »).
- **Autres peintures organiques, poudrage, thermolaquage, etc.** Ces procédés assurent une protection plus légère et une coloration des éléments. Typique des applications intérieures visibles.

Selon le nouvel usage visé, il peut arriver que la finition d'origine doive être nettoyée par sablage, grenailage ou encore trempage chimique. Ces opérations sont soumises à des dispositions normatives spécifiques.

→ **Fixations.** Plusieurs méthodes de fixation se rencontrent :

- Mécaniques, par rivetage ou boulonnage, au moyen de pièces accessoires et d'éléments de jonction (goujons, boulons, rivets, platines, rotules...).
- Soudures.
- Scellements dans la maçonnerie.

Selon les moyens employés lors de la dépose, il est fréquent de retrouver certains accessoires attachés, ainsi que des traces du mode de fixation antérieur (e.a. restes de mortiers, pièces soudées, renforts, éléments de jonction, etc.).



Poutrelles brutes, non traitées



Poutrelles IPE de réemploi, avec traitement de protection anticorrosion © Opalis (Omgekeerd Bouwen)



Poutrelles galvanisées © lecoindupro



Poutrelles recouverte d'un flocage



Poutrelles peintes



## Récupération du matériau

**Les poutrelles en acier récentes sont un produit standardisé. Moyennant une bonne coordination, leur démontage soigneux en vue du réemploi s'avère généralement aisé. Les poutrelles ainsi démon-  
tées se prêtent bien au réemploi sur site ou via des filières professionnelles de re-  
vendeurs de matériaux (qui peuvent égale-  
ment assurer la fourniture de poutrelles  
de réemploi).**

Cette fiche traite du cas où les poutrelles sont démontées séparément et réassemblées de manière indépendante, bien qu'il soit aussi possible de récupérer des structures complètes ou des éléments de structures complets (fermes, etc.).

→ **Examen préliminaire.** Il permet en pratique d'identifier et de répertorier les poutrelles réemployables et de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose en vue du réemploi. Dans le cas d'éléments isolés (e.a. linteaux), un « œil expert » est souvent en mesure d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos ou par une visite sur place.

Lorsque l'objectif est de récupérer une structure métallique complète ou partielle, il est préférable de procéder à un examen approfondi du lot et des éléments pris séparément (plan général et détaillé, relevés, etc.). Dans tous les cas, les points d'attention portent entre autres sur :

- l'état général des éléments/du lot : quantités, dimensions des éléments, nature et état du revêtement de surface, présence/absence de trous et renforts, dommages visibles, etc. ;
- le mode de pose (i.e. boulons, rivets, soudures, scellement), l'état des assemblages et la démontabilité des éléments ;
- l'intérêt commercial lié à la dépose soignée, selon le modèle et la quantité de poutrelles, et selon les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, mise en place de mesures de sécurité, manutention, transport, etc.

→ **Recherche documentaire et vérification de la qualité de l'acier.** Avant de procéder à la dépose proprement dite, il peut s'avérer nécessaire de déterminer les caractéristiques générales du bâtiment et des poutrelles qui le constituent, afin de s'assurer de leur aptitude à être démontées et réemployées. Pour cela,

### Restrictions

Différents documents de référence (cf. § « Références ») s'accordent sur le fait de **ne pas réemployer** des éléments répondant aux conditions suivantes :

- Les poutrelles ayant été soumises à des charges ponctuelles extrêmes, à des chocs importants ou à des incendies.
- Les poutrelles sujettes à la fatigue, c'est-à-dire une faiblesse acquise par un métal ayant subi des efforts excessifs qui modifient localement sa structure interne. Ce phénomène se manifeste par l'apparition de fissures (avant rupture). Il peut être provoqué par des cycles répétés de chocs ou de vibrations. Ces conditions d'usage sont assez rares dans le domaine du bâtiment mais on peut les retrouver, par exemple, dans des cages d'ascenseur, des ponts roulants, des ponts routiers, des rails de chemin de fer, etc.
- Les poutrelles provenant d'applications extrêmes (e.a. soumises à la radioactivité, etc.).
- Les poutrelles présentant une perte significative de leur section transversale due à la corrosion (l'un des documents fixe la limite à 5 % de l'épaisseur de l'élément). Ce cas de figure se rencontre principalement sur des poutrelles enterrées ou soumises à un taux d'humidité élevé.
- Des poutrelles présentant des signes visibles (ou suspectés) de déformation plastique.
- Des poutrelles dont la fabrication est antérieure à 1970 car leur composition ne correspond probablement pas aux normes de l'acier contemporain. Leur aptitude à l'emploi peut néanmoins être établie, sous réserve de procéder à une analyse et des essais spécifiques.

il s'agit d'identifier les conditions d'utilisation du matériau et de retrouver des informations dans les archives du bâtiment, auprès des architectes, ingénieurs et/ou entrepreneurs d'origine, ou dans d'autres sources locales. Ces informations peuvent avoir trait :

- **au bâtiment** : date de construction, plans, localisation géographique, type d'utilisation et sollicitations (e.a. conditions corrosives, bord de mer), sinistres éventuels (e.a. incendies, inondations, séismes, chocs), etc.
- **aux poutrelles** : fiche technique des éléments (e.a. type de profils, nuance et qualité de l'acier, nature du revêtement), fonction des éléments (e.a. poteau, poutre, linteau, etc.), sollicitations (e.a. intérieur/extérieur, ambiance corrosive, nature des charges), réparations éventuelles, etc.

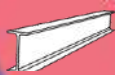
→ **Dépose.** Dans la mesure où il concerne la structure et peut impliquer du travail en hauteur, le démontage soigneux des poutrelles en acier nécessite une bonne coordination visant à assurer la sécurité des travailleurs et à préserver l'intégrité des poutrelles.

Pour garantir la traçabilité des éléments, il est vivement recommandé de procéder à leur identification individuelle au moyen d'un marquage physique (de préférence sur l'âme, au moyen d'étiquettes ou de marqueurs résistant à l'usure, à l'effacement et à la lumière).

Les éléments assemblés par boulonnage peuvent être démontés mécaniquement, ou par découpe au plus près des connexions afin de maximiser la longueur des éléments récupérés. Quelques points à noter :

- Les boulons ont la capacité de se déformer plastiquement sous la contrainte. Il convient d'observer de près ces déformations en cours de démontage, pour limiter les risques de rupture et d'instabilité.
- Les soudures peuvent céder soudainement. Le retrait des jonctions avec des soudures critiques nécessite l'assistance constante d'un moyen de levage pour soulager la charge sur les jonctions.
- Les poutres ne doivent pas tomber sur le sol.

→ **Nettoyage et tri.** Sur site ou en atelier, les poutrelles récupérées sont généralement triées par qualité et nettoyées grossièrement. Elles sont débarrassées des résidus de mortier et les éléments accessoires pouvant gêner le transport et la manutention sont enlevés totalement ou partiellement (renforts, éléments de jonctions, etc.). Les poutrelles présentant des déformations ou des traces suspectes sont éliminées des lots destinés au réemploi.



→ **Opérations.** Si certaines poutrelles peuvent être réemployées telles quelles après un nettoyage sommaire, d'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires telles que :

- **Coupage :** les poutrelles peuvent facilement être coupées à la longueur spécifiée. Les procédés utilisés (e.a. sciage, tronçonnage, découpe par jet d'eau, oxycoupage, etc.) doivent satisfaire aux exigences en matière de tolérances dimensionnelles, de dureté maximale et de régularité des chants.
- **Usinage :** les poutrelles peuvent être usinées en atelier pour correspondre aux besoins du futur projet (taraudage, soudage d'éléments complémentaires, cintrage, grugeage, perçage, etc.). Il n'est pas toujours nécessaire de retirer les anciens raccords soudés, les raidisseurs, les barres d'angle, etc. L'installation de nouveaux trous de boulons et autres trous est possible, à condition qu'ils soient installés à une distance suffisante (généralement 100 mm) des trous de boulons et autres trous existants. Toutes les opérations d'usinage doivent respecter les spécifications applicables aux poutrelles en acier neuves (e.a. EN 10034 pour les poutrelles en I et en H).

- **Finition :** la protection anticorrosion/incendie (éventuellement présente) risque d'avoir été endommagée au cours de la dépose. Dès lors, les performances du revêtement d'origine sont susceptibles d'être amoindries et de ne plus correspondre au niveau d'exigence requis pour le nouvel usage envisagé. Il convient de se référer aux normes en vigueur et de procéder à des tests complémentaires pour déterminer les performances du revêtement d'origine si nécessaire (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'usage »).
  - Certains revêtements d'origine peuvent contenir des substances dangereuses (e.a. plomb, amiante, voir § « Substances dangereuses et précautions »).
  - Il est déconseillé de se fier aux revêtements de protection contre le feu d'origine car ils sont souvent sensibles à l'humidité et fortement liés à la forme, à l'emplacement et à l'application d'origine de l'élément avant son démontage.
  - Si l'application d'un nouveau revêtement de surface est envisagé, il est conseillé de déterminer la nature du revêtement d'origine, de procéder à son élimination de manière appropriée (e.a. sablage, grenailage, trempage chi-

mique) et de respecter les conditions de mise en œuvre et de préparation du nouveau revêtement (les spécifications normatives à respecter sont globalement les mêmes que pour des poutrelles en acier neuves).

- Des réparations ponctuelles de l'ancien revêtement peuvent s'avérer nécessaires en raison des dommages causés par la dépose et/ou par les opérations liées au réemploi de l'élément (e.a. sciage, soudure, etc.). Il convient de s'assurer de la compatibilité des produits de réparation.

**Conseil : formation des lots !**

Si des tests sont à prévoir pour caractériser la performance de l'acier ou des poutrelles, il est conseillé, lors de la dépose, de regrouper les éléments identiques en lots distincts.

Les critères de regroupement peuvent être le type de revêtement, le format et la dimension des éléments, ou leur application d'origine (intérieur/extérieur, ambiance corrosive, niveau de charge, etc.).

Cette méthodologie permet de faciliter l'échantillonnage ultérieur des lots ainsi que l'interprétation des résultats des essais.



Poutrelles récupérées avec des raccords soudés  
© Gebruikte bouwmaterialen Weert



Dégradation du revêtement d'origine  
© Gebruikte bouwmaterialen Weert



Coins déformés  
© Gebruikte bouwmaterialen Weert



Installation pour le sciage de poutrelles  
© Opalis (Wolter Bouwmaterialen)



Poutrelles sciées  
© Opalis (Wolter Bouwmaterialen)



Réusinage des poutrelles  
© Opalis (Général Métal Réédition)





→ *Manipulations et stockage*. En raison de leur poids important (la densité de l'acier est de 7850 kg/m<sup>3</sup>), les poutrelles sont généralement manipulées avec des engins de levage appropriés. Pour les longs éléments, il est conseillé d'utiliser plusieurs points de levage. Il est préférable de protéger correctement les points de levage, surtout si un maintien du revêtement est envisagé. Les éléments en acier peuvent être stockés à l'extérieur, sans protection contre l'humidité ou le gel. Cependant, il est conseillé :

- d'éviter de stocker les éléments directement sur le sol, afin de limiter la corrosion,
- d'éviter de créer des zones d'accumulation d'eau sur les poutrelles,
- de prévoir des points d'appui en nombre suffisant pour éviter les déformations,
- de stocker les éléments en lots distincts, correctement répertoriés (*voir encadré « Conseil : formation des lots ! »*).

→ *Transport et livraison*. Les précautions nécessaires doivent être prises lors du transport et de la livraison (fixation, matériel de chargement et de déchargement, etc.). En raison de la taille et du poids des éléments, le transport peut être assez coûteux. Par conséquent, de nombreux fournisseurs professionnels de poutrelles de réemploi préfèrent éviter les coûts de transport et de stockage en vendant les poutrelles directement depuis le chantier de démantèlement.



Stockage des poutrelles par profils et formats.  
© Opalis (Sarl Perrin)



Stockage de poutrelles de réemploi en acier, avec revêtement de protection anticorrosion (en rouge) et sans revêtement (rouille et peinture blanche)  
© Gebruikte bouwmaterialen Weert



Stockage des poutrelles récupérés par lots et sur des supports en bois © Opalis (Premys Ferrari)

### Inspiration

Plusieurs projets inspirants démontrent que le réemploi de structures métalliques à l'échelle de bâtiments entiers est une pratique qui est non seulement possible mais aussi intéressante sur le plan environnemental et économique. Le succès de ces projets s'appuie en général sur une combinaison de facteurs tels que des collaborations avec des fournisseurs spécialisés, une mobilisation de bureaux d'étude à-mêmes d'analyser les propriétés des poutrelles et une approche innovante dans les méthodes de démonstration de l'aptitude à l'usage

→ <https://projectsites.vtt.fi/sites/progress/cases.html>



Projet Bedzed (2002), Hackbridge (UK). Réemploi de 95 tonnes d'aciers. © Bill Dunster Architects, ZedFactory

[https://library.uniteddiversity.coop/Ecological\\_Building/BedZED-Toolkit-Part-1.pdf](https://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/BedZED-Toolkit-Part-1.pdf)





### Applications et mise en œuvre

**Les poutrelles en acier de réemploi se prêtent à une grande variété d'applications. Elles peuvent être réemployées à des fins structurelles et non structurelles, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.**

Les applications plus exigeantes peuvent nécessiter une détermination et/ou une vérification approfondie des propriétés du matériau (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'usage »). Les poutrelles en acier de réemploi ne sont généralement pas adaptées aux applications extrêmes, où les performances techniques sont exploitées au maximum, et où la marge d'erreur est extrêmement réduite (e.a. les applications structurelles soumises à de fortes contraintes ou à la fatigue, les applications nécessitant une déformabilité importante, les applications sismiques, etc.).

Pour les applications structurelles, il est conseillé d'impliquer des ingénieurs en stabilité assez tôt dans le processus de conception pour, d'une part, déterminer les types de poutrelles appropriées sur la base de la conception préliminaire et, d'autre part, élaborer correctement la conception sur la base des profils disponibles, y compris les hypothèses conservatrices nécessaires pour le calcul de la structure, le sur-dimensionnement, etc.

L'assemblage des poutrelles en acier de réemploi se fait de la même manière que pour des poutrelles neuves. En cas de soudage, la valeur équivalente en carbone (CEV) des profilés doit être spécifiquement prise en compte. Cette valeur indique la soudabilité des poutrelles. Elle est notamment détermi-

née par la composition chimique de l'acier. Si nécessaire, l'équivalent carbone peut être déterminé au moyen d'essais destructifs et/ou non destructifs (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'emploi »).

Selon l'application, il faut tenir compte des normes pertinentes, des règles de l'art et des normes d'exécution applicables (e.a. EN 1090-2 : « Exécution de structures en acier et de structures en aluminium - Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier »).

Certains fournisseurs de matériaux de réemploi sont en mesure de fournir des informations sur l'origine des poutrelles, sur leurs dimensions et le type de profil, mais plus rarement sur leurs caractéristiques techniques. Le manque d'information ou de certification du matériau doit alors être compensé par des hypothèses conservatrices sur les caractéristiques techniques de l'acier (e.a. mesures de compensations, facteur de sécurité, sur-dimensionnement, etc.) et/ou par des tests supplémentaires.

En fonction de l'utilisation prévue, l'auteur de projet peut être amené à préciser ses attentes concernant les caractéristiques suivantes :

→ **Types et dimensions.** Afin d'augmenter les chances de trouver des éléments appropriés chez les fournisseurs professionnels, il est conseillé de spécifier une gamme aussi large que possible de types et profils de poutrelles pouvant être utilisés dans la conception. Souvent, il suffit de spécifier une longueur minimale plutôt qu'une longueur exacte, car les profilés peuvent facilement être coupés à la longueur souhaitée par la suite.

→ **État.** L'acier récupéré n'a souvent pas le même aspect que l'acier neuf. Il peut y avoir des trous de boulons ou d'autres trous dans les éléments, ainsi que des raccords soudés, des raidisseurs, des barres d'angle, etc. Ces traces ne sont généralement pas un problème en soi et peuvent être conservées telles quelles. Si nécessaire, une limite peut être imposée à la taille et/ou à l'emplacement des trous (de boulons) existants. Les poutrelles présentant des trous de boulons et d'autres trous, ou des traces de rouille superficielle, sont généralement adaptées au réemploi, mais peuvent avoir des limites en ce qui concerne l'ajout de nouveaux trous et leurs caractéristiques de section.

→ **Finition.** Comme indiqué dans la section « Récupération du matériau », il n'est pas conseillé de se fier aux revêtements d'origine et il est souvent préférable d'appliquer un nouveau revêtement, conformément aux exigences du nouvel usage.

→ **Quantité.** Pour augmenter la probabilité de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de subdiviser le lot en lots plus petits, ou de désigner une entreprise tierce pour collecter les éléments. Il est conseillé de laisser la possibilité de compléter le lot de poutrelles de réemploi par des éléments neufs aux points clés de la construction et/ou pour compléter les quantités trouvées.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

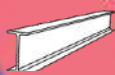
### Inspiration



Bâtiment NTS (2017), Thirsk (UK). Réemploi de poutrelles en acier d'ossature © Cleveland Steel and Tubes (CST)

<https://www.steelconstruct.com/wp-content/uploads/CS01-NTS-building-Thirsk.pdf>





## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

L'acier est un matériau très durable avec une dégradation très limitée de ses caractéristiques techniques en phase d'usage et en conditions normales. Pour évaluer l'aptitude à l'usage des poutrelles en acier de réemploi, et selon le domaine d'application envisagé, il est souvent nécessaire de connaître certaines caractéristiques des éléments (voir tableau ci-dessous).

Selon les usages visés, l'équipe de projet - et notamment le bureau d'étude en stabilité - évalue si des essais sont nécessaires pour déterminer et vérifier les propriétés mécaniques et la composition chimique de l'acier des poutrelles en acier de réemploi. La caractérisation de certaines propriétés peut requérir des essais destructifs sur un échantillon ou à des tests non destructifs sur chaque élément séparé. L'extrapolation des résultats à l'ensemble du lot doit être validée par une méthode d'échantillonnage et une approche statistique appropriées.

La quantité d'échantillons nécessaires et la nature des tests à effectuer peuvent avoir une incidence sur l'économie du projet, qu'il convient donc d'anticiper. Quelques remarques à ce propos :

- La limite d'élasticité, la résistance maximale à la traction, la ténacité et la composition chimique sont normalisées pour les poutrelles en acier fabriquées après 1970. **Le fait de connaître précisément la nuance et la qualité d'acier des poutrelles à réemployer détermine dans une large mesure la quantité et la nature des tests qui seront nécessaires pour justifier leur aptitude à l'usage.** A ce titre, il est donc utile de consulter les fiches techniques et les documents d'exécution d'origine. La plupart du temps, si ces informations sont connues, un simple contrôle visuel des éléments peut suffire à déterminer leur aptitude au réemploi. Si ces informations ne sont pas disponibles, le recours à des tests de caractérisation doit être envisagé au regard des exigences de la nouvelle application.
- Les bâtiments structuraux sont classés en **trois classes de conséquences normatives** (abrégées CC, « classes de conséquences ») en fonction des conséquences de l'effondrement de la structure en ce qui concerne la perte de vies humaines. Celles-ci sont couplées à des **classes d'exécution** (EXC), qui réglementent le niveau d'exécution, l'assurance qualité et l'inspection et les essais (voir Eurocode EN 1090-2:2018). Les bâtiments des classes de performance supérieures ont plus d'exigences pour déterminer et/ou vérifier les caractéristiques techniques des éléments structurels.
- Les principes de sur-dimensionnement dans la **conception**, l'utilisation de facteurs de sécurité supplémentaires et/ou l'adoption de valeurs minimales pour certaines caractéristiques peuvent également réduire la nécessité de procéder à des essais approfondis. Parfois, cependant, il sera plus économique de démontrer certaines caractéristiques par des tests afin d'exploiter au mieux les performances des poutrelles.
- L'exécution des tests de caractérisation de l'acier et des poutrelles est confiée à des laboratoires agréés qui disposent de l'infrastructure appropriée et qui peuvent garantir l'échantillonnage correct des lots, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.
- Plusieurs manuels pratiques proposent des procédures méthodologiques concrètes pour accompagner le réemploi de poutrelles en acier. Ces documents indiquent entre autres quels tests sont nécessaires pour quels types d'applications, sur combien d'échantillons doivent-ils être réalisés et s'ils doivent être effectués statistiquement ou non (voir § « Références »).

Caractéristiques	Commentaires
<b>Caractéristiques dimensionnelles (longueur, largeur, épaisseur)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des éléments récupérés. Un examen visuel et minutieux accompagné de mesures simples sont souvent suffisants pour les estimer. Les dimensions de la section transversale des poutrelles en acier sont généralement normalisées depuis les années 1970 (voir EN 10365 pour les sections U, I et H laminées à chaud).
<b>Tolérances sur les dimensions et la géométrie</b>	Les tolérances sur la section et la géométrie des poutrelles sont spécifiées dans diverses normes européennes (EN 10034 pour les profilés I et H). Un examen visuel minutieux du lot est souvent suffisant pour les estimer.
<b>Ténacité / résistance aux chocs</b>	<p>La ténacité (ou résilience) est la capacité de l'acier à absorber l'énergie et à se déformer plastiquement sous des chocs ou efforts brusques sans se briser ou se fissurer. Cette caractéristique dépend de la nuance d'acier et de la température ambiante. Elle est souvent spécifiée dans la documentation technique (par exemple par les initiales JR dans l'expression « S 275 JR ») pour les aciers fabriqués après 1970.</p> <p>Cette propriété est à prendre en compte pour des applications spécifiques et exigeantes, généralement dans un environnement extérieur et lorsque la température est très basse. Pour les aciers intérieurs qui ne sont pas soumis à la fatigue, une hypothèse conservatrice est souvent suffisante (i.e. la qualité JR, qualité la plus basse, telle que définie dans la norme EN 10025, peut être estimée sans essai). Dans certains cas, cependant, il est utile de prouver, au moyen d'essais destructifs (essai Charpy), que l'acier a une meilleure ténacité que cette valeur minimale.</p>





Caractéristiques	Commentaires
<p><b>Résistance mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite d'élasticité</li> <li>• Résistance à la traction</li> <li>• Allongement à la rupture</li> </ul>	<p>La <b>limite d'élasticité</b> désigne la charge maximale au-delà de laquelle le matériau se déforme de façon permanente (on dit alors qu'il rentre dans la zone « plastique »). La <b>résistance à la traction</b> désigne la charge maximale qu'un élément est capable de reprendre avant de faillir, puis de rompre.</p> <p>Ces caractéristiques dépendent de l'épaisseur nominale des éléments et sont indiquées par la nuance de l'acier. Ainsi, une poutrelle en acier (16 mm d'épaisseur) de type S275 indique que sa limite d'élasticité est de 275N/mm<sup>2</sup>. Cette même indication permet d'établir que sa résistance maximale à la traction est de l'ordre de 370 - 530 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>Lorsque cette information n'est pas disponible, il est possible de l'établir par des essais de caractérisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Essais de traction destructifs</b> sur un échantillon représentatif (pour un lot de poutrelles de réemploi, le degré de fiabilité augmente avec le nombre d'échantillons, voir EN ISO 6892-1). Les essais de traction permettent également de déterminer l'<b>allongement à la rupture</b>, qui désigne la capacité du matériau à s'allonger avant de se rompre (lorsqu'il est soumis à une charge en traction) et qui est une propriété importante à connaître dans certaines applications spécifiques.</li> <li>• <b>Essais de dureté non destructifs</b>, au moyen d'un testeur de dureté portatif. Sous certaines conditions (protocole d'essai), la mesure de la dureté de l'acier permet d'estimer la limite d'élasticité ainsi que la résistance à la traction des éléments au moyen de valeurs tabulées (voir EN ISO 18265).</li> </ul> <p>Ces caractéristiques interviennent également pour modéliser le comportement des poutrelles à des contraintes de flexion, de compression, de cisaillement, etc.</p>
<p><b>Réaction au feu</b></p>	<p>L'acier est considéré comme un matériau incombustible (Euroclasse A1), qui ne dégage ni chaleur ni fumée. Cependant, il perd rapidement sa résistance et sa rigidité face aux températures élevées atteintes lors d'un incendie. La chaleur ambiante peut déformer les éléments en acier et provoquer une instabilité de la structure.</p> <p>La classe A1 ne concerne que l'acier et n'est pas applicable aux revêtements des poutrelles. Il convient donc de connaître la réaction au feu des produits de finition mis en œuvre (e.a. peinture, etc.)</p>
<p><b>Résistance au feu</b></p>	<p>Les exigences spécifiques en matière d'incendie sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), par la hauteur du bâtiment, mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).</p> <p>Au niveau européen, la classification de la résistance au feu des différents éléments de construction est décrite dans la norme EN 13501-2. Elle s'exprime par un laps de temps R<sub>f</sub> (en minutes) pendant lequel un système constructif satisfait aux critères de stabilité (R), d'étanchéité aux flammes (E) et d'isolation thermique (I).</p> <p>A cet effet, les éléments ou systèmes constructifs sont généralement dimensionnés et conçus selon les normes Eurocodes pour satisfaire aux exigences nationales. Dans le cas des éléments structurels en acier, il s'agira surtout, selon l'application, de retarder la montée en température, afin de maintenir le plus longtemps possible la capacité portante de la structure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit en surdimensionnant les éléments (les éléments plus épais mettent plus de temps à chauffer) ;</li> <li>• soit en appliquant un revêtement ignifuge en surface de l'acier (e.a. plaques, peintures intumescentes, flocage de mortier, etc.)</li> <li>• soit en intégrant les éléments de structure en acier dans un complexe de béton.</li> </ul>
<p><b>Aptitude au soudage - « soudabilité »</b></p>	<p>En absence d'informations précises, une analyse de la composition chimique de l'acier et un examen métallurgique peuvent s'avérer nécessaires pour déterminer la soudabilité de l'acier.</p> <p>La composition chimique peut être déterminée de manière non destructive par spectroscopie d'émission optique (appareillage mobile ou en laboratoire) ou de manière destructive en effectuant un prélèvement (découpe d'une extrémité ou extraction de copeaux par forage).</p> <p>L'examen métallurgique (microscopie) se fait par prélèvement et permet entre autres de caractériser la structure de l'acier, la grosseur de grain de l'acier et l'état inclusionnaire.</p>
<p><b>Résistance à la corrosion</b></p>	<p>Cette caractéristique concerne principalement l'état et la nature du revêtement de protection anticorrosion. En atmosphère extérieure, l'acier doit être correctement protégé conformément aux normes en vigueur. En atmosphère intérieure ou non-corrosive, aucune exigence particulière n'est requise.</p>



Dans certains cas particuliers, d'autres caractéristiques doivent être évaluées, par exemple :

- Exigences relatives à la striction pour certains types de connexions/assemblages
- Limites sur les discontinuités internes ou les fissures dans les zones à souder
- Comportement aux hautes températures (essai de fluage)
- Comportement à la fatigue (essais de torsion, de flexion rotative, de chocs répétés)
- Exigences dans le sens de l'épaisseur.



Testeur de dureté portable © PCE Instruments France

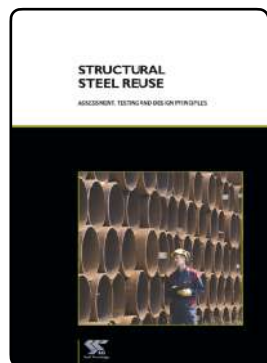
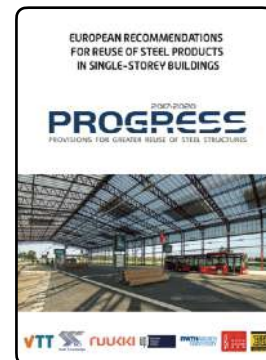
**Références**

*RECOMMANDATIONS EUROPÉENNES POUR LA RÉUTILISATION DES PRODUITS EN ACIER DANS LES BÂTIMENTS DE PLAIN-PIED (ENG)*

[https://www.steelconstruct.com/wp-content/uploads/PROGRESS\\_Design\\_guide\\_final-version.pdf](https://www.steelconstruct.com/wp-content/uploads/PROGRESS_Design_guide_final-version.pdf)

Guide pour la réutilisation des éléments en acier dans les constructions de plain-pied. Le document décrit différents scénarios de réemploi et fournit des directives concrètes pour la conception et le calcul de structures basées sur des éléments en acier récupérés.

Rédigé par un panel d'acteurs dans le cadre du projet PROGRESS (PROvisions for GREater reuse of Steel Structures), financé par le RFCS (Research fund for coal and steel).



*RÉUTILISATION DE L'ACIER DE CONSTRUCTION / ÉVALUATION, ESSAIS ET PRINCIPES DE CONCEPTION (ENG)*

[https://steel-sci.com/assets/downloads/steel-reuse-event-8th-october-2019/SCI\\_P427.pdf](https://steel-sci.com/assets/downloads/steel-reuse-event-8th-october-2019/SCI_P427.pdf)

Guide spécifique qui établit des lignes directrices pour l'évaluation de l'aptitude à l'emploi, les essais et le calcul des structures en acier de réemploi.

Produit par le Steel Construction Institute, Royaume-Uni, mais applicable aux pays ayant adopté la série de normes Eurocode.

*ÉLÉMENTS DE STRUCTURES EN ACIER DESTINÉS À ÊTRE RÉEMPLOYÉS DANS DES APPLICATIONS STRUCTURALES (FR)*

<https://www.bbsm.brussels/wp-content/uploads/2021/06/annexe-20-WP6-fiche-produit-application-elements-de-structures-acier-de-reemploi-application-structurale.pdf>

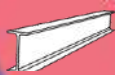
Guide établi dans le cadre du projet BBSM (le Bâti Bruxellois Source de nouveaux Matériaux) avec des lignes directrices sur la réutilisation des éléments en acier, où les lignes directrices telles que décrites dans 'STRUCTURAL STEEL REUSE / ASSESSMENT, TESTING AND DESIGN PRINCIPLES' sont vérifiées par rapport au contexte belge et bruxellois, et plus spécifiquement les protocoles généraux de réemploi tels qu'établis dans le même projet.



*METHODOLOGIE DE DIAGNOSTIC ET D'EVALUATION DES PERFORMANCES POUR LE RÉEMPLOI DES ÉLÉMENTS D'OSSATURE EN ACIER (FR).*

Fondation Bâtiment Énergie (FBE), 2020.

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-ossature-V9.pdf>



**Disponibilité**

Les poutrelles à profil HEA, HEB et IPE, et dans une moindre mesure IPN et HEM, se trouvent couramment en petites et moyennes quantités sur le marché du réemploi, principalement auprès d'entrepreneurs en démolition disposant également d'un stock de matériaux de réemploi. A titre indicatif, le tableau suivant donne une idée de la disponibilité des poutrelles en acier de réemploi (éléments de même type, de longueur variable, ~ 4 à 6 m) :

Frequent	1 - 5 éléments
Occasionel	5 - 20 éléments
Rare	20 - 100 éléments

Souvent, les quantités importantes de poutrelles de réemploi sont directement prélevées et vendues depuis les chantiers de déconstruction afin de limiter les coûts liés au transport et au stockage. Il est donc conseillé de prendre contact assez rapidement (en début de projet) avec des entreprises spécialisées afin de maximiser les chances de rencontrer l'offre disponible.

**Trouver des prestataires spécialisés**



salvoweb.com

[salvoweb.com](http://salvoweb.com)



opalis.eu



[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Le prix des éléments en acier de réemploi peut fluctuer fortement en fonction de l'évolution du marché des matières premières (notamment de la demande en acier recyclé). Le tableau ci-dessous fournit une indication pour divers profils de poutrelles de réemploi (prix par mètre linéaire, prix observés en 2021).

Profils HEA :	HEA 100 : 18 €/ml HEA 200 : 40 €/ml HEA 300 : 75 €/ml
Profils HEB :	HEB 180 : 50 €/ml HEB 220 : 70 €/ml HEB 300 : 120 €/ml
Profils IPE :	IPE 120 : 10 €/ml IPE 240 : 26 €/ml IPE 360 : 50 €/ml

**Substances dangereuses et précautions**

	<p>Un diagnostic <i>plomb</i> peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciens revêtements anticorrosion au plomb (minium de plomb) sur les poutrelles en acier. Théoriquement, le minium de plomb a été interdit en Europe vers 1990. Le diagnostic peut s'effectuer soit grâce à un kit-test pour le plomb disponible dans le commerce, soit en envoyant un échantillon de la peinture en laboratoire, soit en faisant effectuer ce test par un professionnel. Si la présence de plomb est avérée, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et/ou une remise en peinture via un opérateur spécialisé. Il est fortement déconseillé d'utiliser un décapeur thermique, une ponceuse ou du papier de verre pour enlever la peinture au plomb. Un décapage chimique sera privilégié, moyennant les dispositions sanitaires et environnementales adéquates.</p>
	<p>Les poutrelles en acier de réemploi peuvent avoir été recouvertes avec de l'<i>amiante</i> présente dans les anciens flocages de protection incendie. Il est donc conseillé de procéder à la dépose des poutrelles après les travaux de désamiantage, et dans tous les cas, de se renseigner sur le diagnostic amiante si disponible.</p>

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données INIES (FR) – donnée collective (CTICM) *	1,41
Base de données INIES (FR) – donnée générique **	4,76
Base de donnée IBU (DE) - donnée individuelle (EPD bauforumstahl e.V.) ***	1,74
Base de donnée ICE (UK) ****	1,55

\* Valeur indicative pour 1 kg de poutrelle en acier ayant une fonction d'élément porteur (poteau, poutre, lisse, solive, etc.) ou d'élément de charpente (panne, élément constitutif d'une ferme métallique, etc.), en assurant les performances prescrites en phase de conception du projet, pour une durée de vie de référence de 100 ans, un module de Young (élasticité) égal à 210 GPa, et les nuances d'acier S235, S275, S355 et S460 (définies dans la norme EN 10025).

\*\* Valeur indicative pour 1 kg d'élément porteur vertical en acier en tant qu'élément d'ossature pour une durée de vie de référence de 100 ans.

\*\*\* Valeur indicative pour 1 kg d'acier structurel (sections et plaques). Elle couvre les produits en acier des nuances S235 à S960 laminés en profilés de construction, barres marchandes et tôles fortes.

\*\*\*\* Valeur indicative pour 1 kg de profilé en acier laminé à chaud. Les profilés en acier comprennent les poutres en I, les poutres en H, les poutres à ailes larges et les palplanches.



La production de poutrelles en acier neuves entraîne un impact environnemental considérable, notamment lié à l'approvisionnement en matières premières issues de l'industrie minière et/ou du recyclage des métaux, ainsi qu'à l'énergie requise pour alimenter le processus sidérurgique. De ce point de vue, le réemploi constitue une stratégie particulièrement efficace pour prolonger la durée de vie d'un composant en acier. Selon les sources, réutiliser 1 tonne d'acier permet de prévenir la production de ~1410 à ~4760 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication d'acier neuf (phase de production uniquement). Cela correspond aux émissions provoquées par une petite voiture à moteur diesel roulant pendant ~8 400 à ~28 600 km.





**Inspiration**

En 2021, le bureau d'architecture Bauburo In Situ a intégré des éléments de structure en acier dans un projet à Winterthur (Suisse). La majorité des poutrelles (60 tonnes) sont issues de la déconstruction d'une structure âgée de 15 ans et d'autres sites de déconstruction (10 tonnes). En l'absence d'informations précises sur la qualité de l'acier, le bureau et les ingénieurs ont supposé la qualité la plus basse, et ont utilisé des mesures de compensation pour la conception de la structure (e.a. doublement du nombre de poutres secondaires). Aucun test n'a été effectué et les réparations de surface ainsi que les traitements supplémentaires n'ont été appliqués que ponctuellement. La résistance au feu a été obtenue, lorsque cela était nécessaire, en coulant les poutres dans du béton. La conception du nouveau bâtiment a été très largement guidée par la disponibilité et les caractéristiques dimensionnelles des lots récupérés. Les modifications apportées aux poutrelles ont été aussi minimales que possible, la plupart des connexions ont été utilisées telles quelles. © Martin Zeller, Baubüro in situ ag (<https://www.insitu.ch/projekte/196-k-118>).



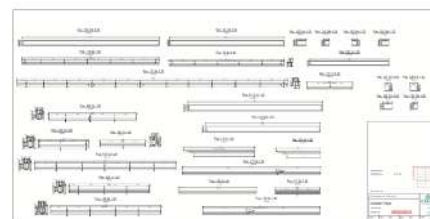
Récupération des poutrelles



Récupération des poutrelles



Récupération des poutrelles



Inventorisation des éléments



Remise en oeuvre des poutrelles



Remise en oeuvre des poutrelles



Remise en oeuvre des poutrelles

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

**Le bois de grange, plus couramment dénommé « barnwood », est un classique sur le marché du réemploi. D'après plusieurs fournisseurs spécialisés établis en Belgique et aux Pays-Bas, ce produit gagne en popularité depuis le début des années 2000. Le terme « barnwood » désigne couramment des planches de bois issues du démontage d'anciennes constructions agricoles (désignées au sens large comme des « granges »), majoritairement importées d'Europe de l'Est et d'Amérique du Nord. Devenu particulièrement stable et résistant, ce bois, marqué par le passage du temps et les intempéries, est particulièrement bien adapté à un réemploi en revêtement de façades (bardage extérieur), en revêtement mural (lambris intérieur) et à la conception de certaines pièces d'ameublement.**

Certains lots revêtent un caractère historique. Il n'est pas rare qu'ils proviennent d'arbres ayant été abattus dans les forêts primaires européennes et américaines. Dans certains cas, les granges dont ils sont issus ont joué un rôle important dans l'histoire locale. En général, les importateurs de bois de grange sont en contact direct avec des entreprises en déconstruction locales mais les conditions dans lesquelles s'effectue le démantèlement ne sont pas toujours transparentes.

Le nom « barnwood » est parfois utilisé par certains fournisseurs pour désigner d'autres types de planches de bois à l'aspect vieilli, comme les planchers de vieilles maisons françaises, les planches d'échafaudage usagées, le bois de caisses de fruits américaines, les palettes ou même les traverses de chemin de fer. En général, il s'agit également de bois de qualité mais dont les caractéristiques et les usages d'origine peuvent différer de ceux du bois de grange, ce qui peut avoir des implications sur les nouveaux usages possibles. En cas de doute sur l'origine ou les conditions dans lesquelles les éléments ont été désassemblés, il est recommandé de s'adresser au fournisseur pour obtenir de plus amples informations.

Par nature, les lots d'origine sont généralement constitués de planches aux caractéristiques hétérogènes. La qualité du tri et des traitements proposés dépend fortement de la chaîne d'approvisionnement et des opérations prises en charge par les fournisseurs

professionnels. Les lots proposés à la vente se distinguent généralement par les caractéristiques suivantes :

→ **Origine géographique.** Contrairement à d'autres régions du globe, l'Europe occidentale s'est en partie désintéressée de la construction en bois au cours du siècle dernier. Aussi, une grande partie du bois de grange disponible sur le marché du réemploi est-elle importée de régions plus éloignées, notamment d'Europe de l'Est et d'Amérique du Nord. La région alpine dispose également d'un marché spécifique.

→ **Essence.** Le bois de grange importé d'Amérique du Nord est souvent très âgé (100-150 ans, voire plus) et est principalement constitué de chêne blanc d'Amérique, d'orme ou d'autres essences résineuses (yellow pine, hemlock, redwood, red cedar, etc.). Les planches démontées en Europe de l'Est et dans la région alpine ont généralement plus de 50 ans et sont le plus souvent constituées de bois de conifères (pin, épicéa) ou encore, plus rarement, de chêne européen. La plupart du temps, les lots mis en vente sont constitués de planches de la même essence.

→ **Application d'origine.** Les planches sont généralement triées lors du démantèlement sur base de leur application d'origine (bardage extérieur, lambris intérieur, plancher, etc.) et regroupées selon leurs caractéristiques d'aspect.

→ **Dimensions.** Très variables selon les lots mais également entre les planches d'un même lot. Les dimensions typiques sont de l'ordre de 15 à 50 mm d'épaisseur, 100 à 400 mm de largeur et 0.8 à 5 m de longueur - bien que certains éléments présentent des dimensions qui s'écartent de ces mesures indicatives. Des déformations typiques (planches voilées ou gauchies) plus ou moins prononcées peuvent être observées. Certains fournisseurs effectuent des opérations de sciage, rabotage, délignage, etc. pour conférer des dimensions plus homogènes aux planches d'un lot.

→ **Aspect.** Pendant des décennies, le bois a été exposé à un usage intensif et à des conditions climatiques changeantes, ce qui confère à sa surface une patine toute particulière et unique : subtiles différences de couleur, traces de peinture ou de lasure antérieures, traces de clous et de ferrure, présence de nœuds et de fissures légères, accentuation des rainures du bois, arêtes émoussées, etc.

→ **Traitement de finition.** Pour beaucoup d'applications, le barnwood ne nécessite aucun traitement. Certains fournisseurs proposent toutefois des services de brossage, sablage, rabotage, ponçage, etc. potentiellement utiles pour certaines applications.



Variabilité des planches en bois de grange





## Récupération du matériau

**Etant donné qu'il est majoritairement importé, le bois de grange est surtout disponible auprès de revendeurs spécialisés et peut parfois compléter l'offre de revendeurs de bois neuf. L'implication de professionnels permet de garantir le bon déroulement des opérations suivantes :**



Source: Pixabay

→ **Démontage.** Même s'ils n'effectuent pas eux-mêmes cette opération, les fournisseurs professionnels mettent généralement en place les conditions nécessaires pour un approvisionnement en planches de qualité soigneusement démontées. La plupart du temps, le démantèlement du bois de grange s'effectue manuellement afin de préserver l'intégrité des éléments. Une première étape de sélection des éléments a généralement lieu sur place. Le bois présentant des défauts importants est écarté d'emblée (pourritures, traces d'insectes, larges fissures, déformations, etc.). La présence de nœuds n'est généralement pas un critère d'exclusion. Les planches peuvent également être déjà décloutées et regroupées par lots sur base de leur application d'origine (bardage, lambris, plancher), de leurs dimensions respectives et de leur aspect.

→ **Tri par le fournisseur.** Certains fournisseurs spécialisés effectuent un second tri dans les lots qu'ils importent, sur base des mêmes critères qu'énoncés ci-dessus. Certains contrôlent notamment la présence de clous et autres éléments métalliques au moyen d'un détecteur de métaux. Ce point d'attention est essentiel pour éviter de détériorer l'outillage nécessaire à une éventuelle transformation ultérieure.

→ **Séchage.** Selon l'état hygrométrique du bois. Les éléments sont généralement séchés naturellement sous hangar, en prenant les dispositions de stockage nécessaire (espacement des éléments, pas de contact avec le sol, ventilation, chauffage, etc.). Un séchage artificiel au four peut être opéré dans certains cas afin de réduire le taux d'humidité

jusqu'à environ 12 %. L'objectif est, d'une part, de garantir que le bois se déforme peu après la pose (selon les exigences de l'application), d'autre part, d'éliminer les insectes et les champignons qui seraient encore présents dans les planches.

→ **Opérations.** En fonction des spécifications propres à chaque projet, les lots peuvent être livrés bruts ou passer par certaines opérations spécifiques. Celles-ci se répercutent sur le prix mais permettent d'obtenir un produit parfaitement adapté aux exigences et aux spécificités du nouvel usage.

- **Nettoyage superficiel :** à l'eau ou par brosse mécanique légère, afin de préserver la patine.
- **Ponçage et sablage :** ces opérations peuvent affecter fortement la couche patinée.
- **Rabotage :** certains fournisseurs le proposent afin d'obtenir des lots de planches d'épaisseur identique. Le rabotage s'effectue généralement sur la face non patinée.
- **Déclignage :** afin d'obtenir des planches de largeur homogène. L'aspect émoussé des arêtes d'origine disparaît au cours de cette opération.
- **Sciage :** afin d'obtenir des planches de longueur homogène ou pour éliminer les sections non désirées.
- **Usinage :** modification du profil des planches afin de correspondre aux besoins de la mise en œuvre. L'usinage peut consister, entre autres, à munir les planches d'un système de rainures et languettes pour faciliter l'assemblage, à mettre en place un profil trapézoïdal pour du bardage extérieur horizontal, à chanfreiner les arêtes, etc.

- **Traitement de préservation et d'imprégnation :** afin d'optimiser la durabilité des bois en extérieur et/ou leur conférer des propriétés ignifuges, oléofuges et hydrofuges. Plusieurs procédés coexistent, par exemple par trempage, aspersion, baidage, en autoclave, traitement thermique, etc. Ils sont encadrés par des normes (ou des avis techniques) et des recommandations d'usage. Cette opération peut, dans une certaine mesure, affecter l'aspect et la patine d'origine. L'avis d'un professionnel est recommandé, en particulier si le bois a déjà subi ce type de traitement auparavant ou si une couche de finition est présente. Il pourra également vous renseigner sur la toxicité éventuelle des produits.

- **Finition :** le bois peut être laissé tel quel ou recevoir une couche de finition (vernis, cires, huiles, lasures, peinture, etc.)

→ **Stockage.** Les planches sont stockées horizontalement et empilées sur palettes, correctement sanglées et à l'abri des conditions d'humidité extérieures. Une bonne ventilation et un environnement chauffé permettent de contrôler l'humidité du bois.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison (sanglage, moyen de manutention, protection contre la pluie, charge, etc.).



Usinage de planches pour obtenir un profil d'assemblage rainure/languette



Stockage des lots de planches en bois de grange

### Truly Reclaimed Label

Dans le cadre du projet européen FCRBE, auquel sont rattachées ces fiches, l'organisation SALVO Ltd. (UK) travaille à la mise au point d'un label « Truly Reclaimed », permettant d'attester l'origine authentiquement récupérée des matériaux (par opposition aux matériaux artificiellement usés). Ce label devrait voir le jour très prochainement pour les produits en bois de réemploi.



## Applications et mise en oeuvre

**Le bois de grange de réemploi se prête à une belle diversité d'applications : bardage extérieur, lambris intérieur et conception d'ameublement. Etant donné la forte hétérogénéité des caractéristiques des lots de planches en bois de grange, leur réemploi en lames de plancher n'est pas particulièrement recommandé, à moins de prévoir des transformations importantes de la matière pour rencontrer les exigences relatives à cette application. Pour plus d'information sur les parquets de réemploi, il convient de se référer à la fiche dédiée.**

Laisser de la latitude sur les dimensions, la texture, la teinte du bois et toutes les caractéristiques non-essentiels permet souvent de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi. Cette approche nécessite généralement d'adopter des stratégies de conception et de mise en oeuvre plus souples, qui permettent de mettre en valeur l'hétérogénéité des lots tout en respectant les exigences essentielles. Par exemple : pose en bardage en longueur libre, pose en lambris d'épaisseur variable, etc.

Malgré leur connaissance poussée des matériaux et les précieux conseils qu'ils peuvent donner, les revendeurs de bois de grange ne certifient généralement pas l'ensemble des caractéristiques des éléments qu'ils fournissent. En revanche, certains fournissent des garanties sur des aspects tels que l'essence du bois livré, les dimensions des éléments, le taux d'humidité maximal, l'état du bois (sans pièces métalliques, moisissures, fissures, etc.) ou encore sur son origine (certains revendeurs apposent ainsi le label *FSC recycled* - ou un équivalent - qui certifie que le bois est issu du démontage de bâtiment et non de la coupe d'arbres).

Dans tous les cas, le choix des planches doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § *Caractéristiques et aptitude à l'usage*). Il convient donc de se référer aux normes d'usage des produits (par exemple EN 14915 : Lambris et bardages en bois - caractéristiques, exigences et marquage), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en oeuvre. A titre non exhaustif, les points d'attention relatifs à ces applications sont :



© Samuel Defourny

### → Pour un usage en bardage extérieur

- L'essence de bois doit présenter des caractéristiques de durabilité naturelle compatibles avec un usage en extérieur ou être traitées de manière appropriée (préservation, traitement thermique, etc.).
- Les planches sont posées horizontalement ou verticalement, avec un profil adapté limitant la stagnation de l'eau, comme par exemple : profil droit pour pose ajourée verticale, profil « rainure et languette » pour pose fermée, profil trapézoïdal (double pente) pour pose ajourée horizontale, etc. De manière générale, les lames verticales évacuent plus rapidement l'eau de pluie. Les détails de conception ont également beaucoup d'importance afin d'éviter les pièges à eau (débordements de toiture, aboutage des planches en coupe oblique, distance minimale au sol, etc.).
- Les lots de bois de grange se composent souvent de planches de dimensions variables qui peuvent présenter certaines déformations (voile, gauchissement, etc.). S'il est généralement possible d'adapter la mise en oeuvre en regroupant les planches de largeur et d'épaisseur similaire sur une même ligne, il peut être plus compliqué de travailler avec des éléments présentant de fortes variations en matière de déformation. Une solution peut consister à exiger des caractéristiques dimensionnelles précises ou prévoir une transformation du matériau (rabotage, délignage, usinage, etc.).



© Samuel Defourny



© Samuel Defourny



Mise en oeuvre de 2600 m<sup>2</sup> de bardage type barnwood en provenance de l'Europe de l'Est, Institut de Botanique de l'ULg, Liège (BE). © André Warnier

<https://opalys.eu/fr/projets/linstitut-de-botanique-de-lulg>





- En général, le bois destiné au bardage doit présenter une épaisseur de minimum 15 à 18 mm.
- Pour éviter les déformations ultérieures, un taux d'humidité maximal du bois de  $15 \pm 3$  % est recommandé pour la mise en œuvre.
- Les autres points d'attention sont similaires à la conception des bardages neufs : type de support (ossature bois, maçonnerie, etc), ossature de fixation simple ou double, choix et dimension des tasseaux, mode de fixation et entraxes des tasseaux, pose de larmiers au niveau des linteaux, jonction d'angles entrants et sortants, jonction de rive, grille anti-rongeurs, clous et vis (annelés, inox, galvanisés, dimension, etc), pare-pluie, lame d'air et ventilation, isolation par l'extérieur, tolérances d'exécution, entretien spécifique, produits ou procédés de finition ignifuges, hydrofuges, oléofuges, etc.
- Un taux d'humidité maximum du bois de  $10 \pm 3$  % est recommandé lors de la mise en œuvre afin de garantir la stabilité dimensionnelle des planches. Une acclimatation des planches avant la pose est conseillée (1 à 2 semaines).
- Pour une utilisation en intérieur, il convient de s'assurer que le bois n'a pas été traité ou exposé à des substances toxiques au cours de son usage antérieur, particulièrement en cas de risque de contact alimentaire. En l'absence d'informations précises à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » (voir § Substances dangereuses et précautions).
- En cas d'application d'une nouvelle couche de finition (lasure, vernis, etc.), il est recommandé de se tourner vers des produits respectueux de l'environnement et de la qualité de l'air intérieur.
- La classe de réaction au feu peut être déterminée au regard de l'essence de bois et de l'épaisseur des planches. Des traitements ignifuges permettent également d'améliorer cette caractéristique.
- Les autres points d'attention sont : type de support, mode de fixation, clous et vis (annelés, inox, galva, dimension, etc), lame d'air et ventilation, tolérance d'exécution, entretien spécifique, produits ou procédés de finition ignifuges, hydrofuges, oléofuges, etc.

→ Pour un usage en lambris et ameublement intérieur

- La plupart des essences de bois peuvent convenir.
- Il convient de s'assurer de l'absence d'insectes qui pourraient se propager à d'autres éléments en bois. Une inspection visuelle des planches est préconisée au moment de la mise en œuvre. Pour plus de sécurité, il est également possible d'exiger des planches séchées, voire de prévoir un traitement insecticide.

**Produit dérivé**

Le bois de grange est parfois utilisé pour la fabrication de panneaux multiplis calibrés. A la suite d'une série de transformation, les vieilles planches sont assemblées avec du bois neuf pour obtenir un produit hybride qui allie les caractéristiques de stabilité du panneau classique avec l'esthétique particulière du bois de grange. Ces panneaux sont appréciés dans la conception d'ameublement (fabrication de cuisine, portes, placards, tiroirs, etc.).



Placage de bois de grange sur panneau multiplis.  
© Rotor © Atmosphère Bois



Lambrissage intérieur multi-essence avec des planches de dimensions variables.

**Quantités**

Il est important d'acheter une quantité suffisante de planches dès le départ. Dans la mesure où chaque lot présente des caractéristiques esthétiques uniques, il n'est pas certain qu'un modèle identique sera encore disponible lors d'une commande ultérieure. De manière générale, aussi bien pour les bardages que pour les lambris, il est conseillé de commander un surplus de 10 à 15 % selon l'état du lot et la stratégie de conception choisie. Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut également choisir de fractionner ses besoins avec des modèles ou des lots différents.





## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Le réemploi de planches en bois de grange nécessite généralement de maîtriser certains paramètres permettant de se conformer aux exigences relatives à l'application visée. Dans le cas des bardages et des lambris, l'expérience ainsi que les documents normatifs (par exemple la norme harmonisée EN 14915) et techniques relatifs aux bois et matériaux à base de bois neufs permettent de mettre en évidence une série de caractéristiques et de recommandations applicables au bois de grange (tableau 2).

Afin de faciliter la lecture, le tableau 1 présente certains caractéristiques pertinentes pour quelques espèces courantes de bois de grange.

Tableau 1 : Caractéristiques des essences de bois les plus courantes de bois de grange de réemploi

Essence	Classe de durabilité (1)	Sensibilité aux insectes (1)	Masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] (2)	Stabilité dimensionnelle (3)
Chêne blanc d'Amérique et chêne européen <i>Quercus spp., Quercus robur</i>	II - III	Sensible	700	Moyennement stable à peu stable
Mélèze <i>Larix spp.</i>	III - IV	Sensible	600	Moyennement stable
Yellow Pine <i>Pinus spp.</i>	III - IV	Sensible	500	Stable
Pin sylvestre <i>Pinus sylvestris</i>	III - IV	Peu sensible	500	Moyennement stable
Epicéa <i>Picea abies</i>	IV	Sensible	450	Moyennement stable
Western hemlock <i>Tsuga heterophylla</i>	IV	Sensible	450	Moyennement stable
Californian redwood <i>Sequoia sempervirens</i>	II	Peu sensible	400	Stable
Western red cedar <i>Thuja plicata</i>	II	Peu sensible	370	Très stable

(1) Cette classification n'est valable que pour le duramen (bois de cœur) et pas l'aubier (bois périphérique), pour des bois sans traitement de préservation. Dans le cas des bois de grange précédemment utilisés en bardage, il est très probable que tout l'aubier ait déjà disparu. Il est toutefois préférable de s'en assurer en contrôlant le lot ou en se renseignant sur l'usage précédent. (voir aussi « classe d'emploi » plus loin).

(2) Pour une humidité de référence H = 15%.

(3) Capacité du bois à ne pas se déformer sous l'influence de variations d'humidité et de température.

Tableau 2 : Autres caractéristiques pertinentes à évaluer selon l'usage et selon le contexte

Caractéristiques	Commentaires
<b>Caractéristiques dimensionnelles</b>	Étroitement liées à l'essence du bois, aux conditions de séchage et de stockage, au degré de tri des éléments, aux transformations du bois (délignage, rabotage, etc.) et à l'homogénéité du lot. Un examen visuel détaillé peut être suffisant pour les estimer. Au besoin, la plupart des fournisseurs sont en mesure de calibrer les planches en largeur, longueur ou épaisseur.  Les dimensions réelles des planches en bois de grange sont influencées par le gonflement et le retrait dus aux variations de la teneur en humidité.
<b>Géométrie (planéité, cintrage, gauchissement)</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des planches et aux sollicitations d'origine. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour estimer ces aspects.
<b>Qualité de la surface</b>	Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. La qualité de la surface doit anticiper le degré de finition souhaité (brut, poncé, sablé, brossé, etc.) et les défauts esthétiques acceptables (nœuds, légères fissures, trous, etc). La présence de traces de peintures écaillées doit être évaluée pour les applications intérieures ou avec un risque de contact alimentaire (cf. ci-dessous Substances dangereuses et précautions).
<b>Taux d'humidité</b>	Pour éviter les déformations ultérieures, le bois de grange doit être mis en œuvre à un taux d'humidité d'équilibre défini (H = 15 ± 3 % pour les bardages et H = 10 ± 3 % pour les lambris). Ce paramètre dépend essentiellement des conditions de séchage et de stockage du bois. Un contrôle peut être réalisé au moyen d'un humidimètre.



Caractéristiques	Commentaires
<b>Durabilité naturelle</b>	Cette caractéristique évalue la résistance naturelle du bois aux attaques de champignons. Elle est évaluée selon l'essence et le type de bois (aubier ou duramen), et permet de déterminer la classe d'emploi des planches en bois de grange. Sous conditions, il est possible d'augmenter la durabilité naturelle au moyen de traitements de préservation adaptés à l'espèce, aux spécificités du matériau de réemploi et à l'usage considéré. Dans ce cas, on parlera de durabilité « conférée ».
<b>Classe d'emploi</b>	La classe d'emploi du bois détermine les usages appropriés (voir tableau 3). La norme harmonisée européenne EN 460 définit ainsi cinq classes d'emploi du bois et les risques biologiques associés, et préconise l'application éventuelle d'un traitement de protection adéquat selon l'usage et la classe de durabilité naturelle du bois mis en œuvre (voir normes EN 350-2 et EN 335). Par exemple, le chêne, le californian redwood ou le western red cedar (classe de durabilité 2) conviennent parfaitement aux revêtements de façade sans traitement de préservation supplémentaire.

Tableau 3 : Classes d'emploi et risques biologiques associés

Classe d'emploi	Usage général	Risques biologiques		Classe de durabilité naturelle du bois				
		Insectes	Champignons	I	II	III	IV	V
1	A l'intérieur, au sec	Oui	Non					
2	A l'intérieur, ou sous abri, non exposé aux intempéries. Possibilité de condensation d'eau	Oui	Faibles					
3	A l'extérieur, au-dessus du sol, exposé aux intempéries	Oui	Oui					
4	A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce	Oui	Oui					
5	Immergé dans l'eau salée de manière régulière ou permanente	Oui	Oui					

Traitement non nécessaire  
 Traitement recommandé  
 Traitement nécessaire



Réemploi de 800 m<sup>2</sup> de barnwood en bardage extérieur et lambris intérieur. Quay01 (K-na), Bruxelles (BE) © Jean-Paul Hermant architectes  
<https://opalis.eu/fr/projets/bardage-quay01-k-na/>



Bardage en barnwood pour une habitation et des chambres d'hôtes (Cerftitude) (BE). © Benoit Lanis. Architecte : Atelier 4/5.  
<https://opalis.eu/fr/projets/cerftitude>



Caractéristiques	Commentaires
<b>Sensibilité aux insectes</b>	Certaines espèces de bois sont plus sensibles aux attaques d'insectes. Il convient de vérifier l'état des planches avant leur mise en œuvre, afin d'éviter le risque d'infestation et de propagation aux autres boiseries. Les planches séchées artificiellement sont moins susceptibles d'être infestées. Le cas échéant, il existe des traitements de préservation ou de finition spécifiques.
<b>Stabilité du bois</b>	Cette performance caractérise la manière dont le bois se comporte lorsqu'il est soumis à des variations d'humidité importantes. Cette notion intègre l'importance des déformations (« travail du bois ») et la vitesse à laquelle celles-ci s'opèrent. Une essence de bois stable conviendra vraisemblablement mieux aux applications soumises à de fortes variations d'humidité (voir tableau ci-dessus). Cependant, le bois de grange ayant déjà beaucoup travaillé au cours de son usage antérieur, il est couramment admis que l'impact de ce paramètre peut être relativisé, quelle que soit l'essence. Les détails de conception et de mise en œuvre sont également à considérer (jeu suffisant entre les planches, lame d'air, bois sec, etc.)
<b>Performances mécaniques</b>	L'évaluation approfondie des performances mécaniques n'est pertinente qu'en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées. Cette évaluation se fait à l'échelle du système constructif et non des seules planches. Il conviendra d'en tenir compte lors de la conception de bardages fortement sollicités.
<b>Perméabilité à la vapeur d'eau</b>	Non applicable s'il y a une lame d'air entre le lambris/bardage et le mur. Sinon le facteur de résistance à la vapeur d'eau peut être déduit à partir de la masse volumique du bois considéré (voir valeurs tabulées dans la norme EN ISO 10456).
<b>Absorption acoustique</b>	Cette caractéristique, pertinente en usage intérieur, est influencée par la forme et la finition des planches. Le coefficient d'absorption acoustique peut être évalué au moyen de valeurs tabulées reprises dans la norme EN 14951.
<b>Conductivité thermique</b>	Caractéristique pertinente en usage intérieur uniquement. La conductivité thermique $\lambda$ (en W/(m.K)) peut être évaluée au moyen de valeurs tabulées reprises dans la norme EN ISO 10456. Elle est essentiellement fonction de la masse volumique et de l'humidité du bois.
<b>Réaction au feu</b>	<p>Les exigences spécifiques en matière de réaction au feu sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences dépendent entre autres de la fonction des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), de la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.). Il importe donc au prescripteur de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>D'après une décision européenne (Décision 2006/213/CE), la classe de réaction au feu D-s2,d0 est attribuée sans essai supplémentaire à l'ensemble des revêtements extérieurs en bois massif dont la masse volumique moyenne minimale est de 390 kg/m<sup>3</sup> (mesurée selon une humidité de référence) et dont l'épaisseur minimale est de 18 mm.</p> <p>L'influence d'un traitement de préservation contre les attaques biologiques ou tout autre traitement de finition doit également être prise en compte. Si nécessaire, la performance de réaction au feu des produits pour lambris et bardages bois, traités ou non, doit être soumise à essai et déclarée selon l'EN 13501.</p> <p>Concernant le bois de grange, des traitements ignifuges permettent d'améliorer la réaction au feu et diminuer leur contribution à l'embrassement et à la propagation de l'incendie (par exemple l'imprégnation sous vide/pression avec des produits ignifuges adaptés aux applications extérieures ou intérieures permettent d'obtenir la classe de réaction au feu B-s1,d0)</p>
<b>Toxicité</b>	Les planches en bois de grange peuvent avoir été traitées avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Des tests en laboratoire permettent d'identifier et d'évaluer la dangerosité des contaminants éventuellement présents. La toxicité de certains de ces contaminants peut avoir chuté drastiquement après plusieurs années en service. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec de la nourriture ou des personnes.





### Disponibilité

Les planches en bois de grange connaissent actuellement une certaine notoriété. Leur disponibilité dépend toutefois des quantités requises. A titre indicatif :

Fréquent	0 → 100m <sup>2</sup>
Occasionnel	100 → 250m <sup>2</sup>
Rare	250 → 500m <sup>2</sup>

Pour les commandes particulièrement conséquentes, certains fournisseurs peuvent avoir besoin d'un délai pour rassembler différents lots. Dans ce cas, il est également probable que les planches aient des provenances diverses.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le modèle, l'état et les quantités nécessaires. Quelques prix constatés, pour clients particuliers :

→ *Bois de grange nord-américain*

- Chêne : 80 - 170 €/m<sup>2</sup>
- Bois tendre (pin, hemlock), déligné + brossé : 80 €/m<sup>2</sup>

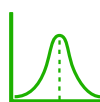
→ *Bois de grange européen*

- Chêne : 65 - 100 €/m<sup>2</sup>
- Chêne, déligné : 75 - 110 €/m<sup>2</sup>

- Bois tendre (résineux), brut : 35 - 45 €/m<sup>2</sup>
- Bois tendre, déligné + brossé : 45 - 60 €/m<sup>2</sup>
- Bois tendre, brossé + languette et rainure : 60 - 100 €/m<sup>2</sup>

Ces prix correspondent à des planches séchées (H = ~12%) et non traitées. Les longues planches sont parfois plus chères.

### Trouver des prestataires spécialisés



*L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, l'utilisation de traitement de préservation, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.*

### Substances dangereuses et précautions

Les planches en bois de grange peuvent avoir été traitées avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Le plomb, le cuivre, le chrome, l'arsenic et les PCP font partie des substances dangereuses susceptibles d'être rencontrées dans les planches en bois de grange. Leur concentration dans le bois, leur efficacité et leur pouvoir nocif résiduel sont difficilement estimables sans mettre en œuvre des tests spécifiques en laboratoire. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, ou en cas de doute, il est toujours préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec de la nourriture et/ou des personnes. De plus, les opérations de sciage, rabotage, ponçage, etc. doivent être réalisées en prenant les mesures de sécurité adéquates (équipements de protection individuels, systèmes d'aspiration des poussières, élimination des déchets, etc.).

	<p>Un diagnostic <i>plomb</i> peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les planches. Ce diagnostic peut s'effectuer soit grâce à un kit-test pour le plomb disponible dans le commerce, soit en envoyant un échantillon de la peinture en laboratoire ou soit en faisant effectuer ce test par un professionnel. Si la présence de plomb est avérée, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et/ou une remise en peinture via un opérateur spécialisé. Il est fortement déconseillé d'utiliser un décapeur thermique, une ponceuse ou du papier de verre pour enlever la peinture au plomb. Un décapage chimique sera privilégié, moyennant les dispositions sanitaires et environnementales adéquates. Une alternative au décapage peut consister à appliquer une nouvelle couche de finition de manière à ce que l'ancienne couche de peinture soit complètement encapsulée.</p>
	<p>Pour plus d'information, consulter le document suivant rédigé par l'INRS qui synthétise les principaux produits de traitement des bois (constituants, dangers, utilisations, mesures préventives) : <a href="https://www.inrs.fr/media.html?reflNRS=ED%20981">https://www.inrs.fr/media.html?reflNRS=ED%20981</a></p>

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

**Description du matériau**

**Les briques pleines en terre cuite (appelées « briques » dans la suite du document) sont obtenues par cuisson d'argiles humidifiées, mélangées, façonnées par pressage ou étirage, moulées ou préformées, séchées et finalement cuites à une température de 850 à 1200°C. Il s'agit d'un matériau céramique de fabrication artisanale ou industrielle dont les propriétés techniques dépendent essentiellement de la composition du mélange, de la température de cuisson et de la technicité déployée pour la fabrication. Bien qu'il se soit mécanisé à partir du 19<sup>ème</sup> siècle, le procédé de fabrication est similaire depuis plus de 6 000 ans. Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, la majorité des briques étaient produites régionalement, à partir d'argiles locales.**

En conditions normales, les briques sont traditionnellement utilisées pour la construction de maçonneries porteuses ou décoratives, protégées ou non. Les briques de terre cuite présentent généralement une très bonne durabilité. Il arrive cependant que des facteurs extérieurs affectent leurs propriétés en phase d'usage : contraintes structurelles, intempéries, pollutions diverses, etc.

**Maçonnerie protégée et non protégée**

Une maçonnerie **protégée** désigne une paroi qui n'est pas exposée à l'eau et qui n'est pas en contact avec le sol et les eaux souterraines. C'est le cas des parois intérieures et des murs extérieurs recouverts par un enduit approprié ou protégé par un bardage.

Une maçonnerie **non protégée** désigne une paroi exposée à la pluie et au gel et qui peut être en contact avec le sol et les eaux souterraines. C'est le cas des murs extérieurs sans protection ou pourvus d'une protection limitée (par exemple, une fine couche d'enduit).

Le caractère protégé ou non est indépendant du rôle structurel (maçonnerie porteuse ou non porteuse).

Une grande partie des briques présentes sur le marché du réemploi ont été produites entre 1800 et 1970 et proviennent majoritairement de murs maçonnés avec un mortier à la chaux (ou autre mortier tendre). A partir de 1970, l'utilisation de mortiers à base de ciment a rendu leur récupération plus difficile, voire impossible. D'autres facteurs tels que l'utilisation de briques creuses ou perforées, plus légères, ainsi que l'abaissement de la température de cuisson des briques en raison du choc pétrolier de 1973 ont limité leur potentiel de réemploi.

Malgré tout, de grandes quantités de briques pleines de réemploi issues de la déconstruction sont disponibles auprès des fournisseurs professionnels, principalement en Belgique, en Grande-Bretagne et aux Pays-bas. On y rencontre une grande diversité de modèles, qui reflètent souvent les spécificités régionales historiques. Plusieurs critères permettent de distinguer les briques de réemploi :

→ **Modes de production**, notamment :

- Moulées à la main (dites aussi « faites main »). Ces briques sont généralement d'apparence rugueuse et inégale.
- Moulées mécaniquement : idem que les précédentes, avec un enfoncement plus ou moins prononcé au niveau de la face de pose (« Frog » au Royaume-Uni).
- Étirées (ou extrudées, machinales, « wire cut ») : l'argile est pressée au travers d'un moule en une masse continue et coupée en morceaux de format régulier. L'apparence de ces briques est souvent plus lisse et régulière.

→ **Origine**. Les briques de réemploi sont souvent désignées par la région où elles ont été produites (par exemple *Beersesteen* et *Scheldesteen* en Belgique, *IJzelsteen* aux Pays-Bas, *Accrington* en Grande-Bretagne, etc.) ou par le type de four dans lequel elles ont été cuites (par exemple *Paepsteen*, *Klampsteen*, *Veldovensteen*, four de campagne, etc.).

→ **Format**. Il existe une très grande variété de modèles et de formats, généralement associés à un producteur et/ou une région d'origine. Par exemple : *rijnformaat* (BE) (180 × 85 × 50 mm), *derdeling* (BE) (160 × 80 × 40 mm), *boerkes* (BE) (170 × 90 × 65 mm), *waalformaat* (BE) (210 × 100 × 50 mm), *Spaanse Moef* (BE) (210 × 50 × 100 mm), briques *Impériale* (UK) (225 × 110 × 65 mm), etc.

→ **Aspects et teintes**. Selon les modèles, les briques de réemploi présentent une texture lisse ou rugueuse, avec des arêtes droites ou arrondies/émoussées. Les briques pleines ne sont pas perforées, mais peuvent présenter des renforcements plus ou moins prononcés (dans le cas des briques moulées mécaniquement par exemple). Les coloris sont souvent jaunes, oranges, rouges, bruns, mauves, gris ou bleus. Dans certains cas, les faces ou abouts peuvent présenter des

restes de peinture. De légères traces de mortier résiduel ou de sable peuvent également subsister.

*La cuisson des briques dans les fours traditionnels était moins homogène que dans les fours modernes. Un lot issu d'une même cuisson pouvait donc présenter des briques aux caractéristiques différentes selon leur position dans le four et leur exposition à la chaleur. Les briques les mieux cuites présentaient des couleurs plus sombres et de meilleures performances mécaniques (résistance au gel, résistance à la compression, etc.). Elles étaient destinées à des usages en maçonnerie porteuse et non protégée. Les briques moins cuites étaient quant à elles destinées à des usages moins exigeants, tels que des cloisons intérieures. Ce tri reposait sur le savoir-faire des briquetiers et des maçons. De nos jours, la plupart des briques neuves sont cuites dans des fours tunnels qui garantissent une répartition plus uniforme de la chaleur. La détermination de leurs performances est établie aux moyens de tests standardisés.*



Brique de réemploi moulée main de type Boomse Klampsteen (BE)



Brique de réemploi extrudée de type Beersesteen (BE)



Brique de réemploi moulée mécaniquement de type Accrington (UK)





Variétés de briques de réemploi sur le marché belge. De g. À d., en partant du haut : 1. (Boomse) Klampsteen ou Klinkaard faite à la main (rijnvorm). 2. (Boomse) Klampsteen ou Klinkaard faite à la main (derdeling). 3. Papesteen (rijnvorm). 4. Papesteen (derdeling). 5. Papesteen bleue (derdeling). 6. Beerse steen ou machinale Klinkaard (rijnvorm). 7. Beerse steen ou machinale Klinkaard (Beerse 65). 8. Beerse steen ou machinale Klinkaard (waalformaar). 9. Poldersteen faite à la main (moef) ou Brugse moef/poldersteen. 10. Damse Poldersteen (moef) ou Damse (abdij)moef, Kuststeen. 11. Spaanse moef. 12. Brusselse Klampsteen. 13. Scheldesteen. 14. Scheldesteen (dik). 15. Veldovensteen.

Actuellement, les briques de réemploi sont principalement utilisées pour de la maçonnerie décorative non porteuse, en intérieur ou en extérieur. Certains modèles sont très prisés. Il existe aussi des cas d'utilisation de briques de réemploi pour de la maçonnerie porteuse. La brique de réemploi est également couramment utilisée pour des aménagements paysagers.

Dans le présent document, nous n'abordons pas le cas des briques de pavage en terre cuite, des briques réfractaires, des briques creuses, perforées ou alvéolaires, des briques émaillées ou enduites, ni des éléments de maçonnerie en silico-calcaire.

#### Ne pas confondre... (1)

Ne pas confondre les briques pleines de maçonnerie avec les briques de pavage en terre cuite. Malgré de fortes similitudes, ces dernières sont produites à partir d'une composition argileuse particulière et des températures de cuisson élevées. Elles sont naturellement très résistantes au gel, à la pression, à l'usure et aux agents agressifs tels que les sels de déneigement et les produits nettoyants. Pour plus d'informations, consulter la fiche dédiée.

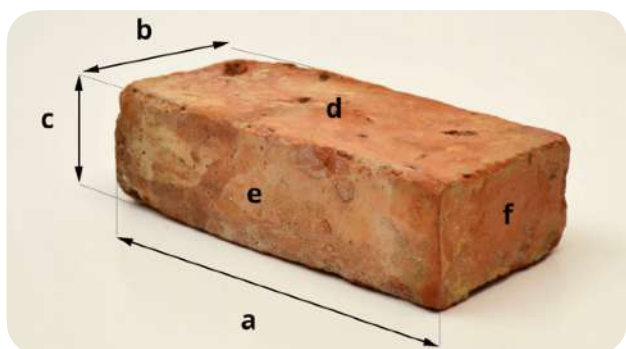


Briques de pavage en terre cuite

#### Ne pas confondre... (2)

Certaines briques contemporaines sont appelées « manuelles » en référence à leur apparence, bien qu'elles aient en réalité été pressées par des machines. De nos jours, presque plus aucune brique n'est véritablement moulée à la main en Europe.

Le succès des briques de réemploi a amené certains fabricants de briques neuves à produire des briques imitant l'aspect des briques anciennes en utilisant des techniques de vieillissement artificiel : coups sur les arêtes, tambourinement, fausses traces de mortier, etc. Assurez-vous donc de l'origine des briques auprès du fournisseur !



- a. Longueur
- b. Largeur
- c. Hauteur (épaisseur)
- d. Face de pose
- e. Face
- f. About

« Anatomie » d'une brique pleine de maçonnerie



## Récupération du matériau

**La récupération des briques est une opération relativement lourde, qui doit toujours se faire dans le respect des règles de sécurité applicables aux travaux de démolition. Si les briques ne trouvent pas un nouvel usage directement sur site, elles peuvent être dirigées vers les filières professionnelles de réemploi. Souvent, les opérateurs qui récupèrent des briques sont également actifs comme entrepreneurs en démolition. Des conditions commerciales peuvent alors être négociées selon la valeur des briques.**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose (type de mortier, dégradations, etc.)
- l'intérêt commercial (selon le modèle, la quantité, le potentiel de récupération et de revente, les spécificités régionales, etc.)
- les dispositions logistiques (délai, temps de travail, manutention, transport, etc.).

Afin de déterminer avec plus de certitude le potentiel de réutilisation des briques et d'estimer le taux de perte, un test de démontage et de nettoyage est généralement effectué sur un échantillon de plusieurs dizaines de briques.

### Limites à la récupération des briques.

Certains facteurs peuvent limiter voire compromettre la récupération des briques.

- **Applications d'origine.** Les briques que l'on trouve dans les étables (odeur d'ammoniac), les murs des sous-sols, les fondations, les fosses d'aisance, les citernes et les cheminées ne sont pas récupérées parce que les dommages permanents causés par l'humidité et/ou la pollution au cours de leur vie en oeuvre empêchent de prolonger leur durée de vie de façon sûre et correcte.
- **Mortier.** L'élimination des restes de mortier est nécessaire pour réemployer les briques. De manière générale, les mortiers tendres tels que les mortiers à base de chaux, de cendre, d'argile et les mortiers bâtards ciment/chaux sont relativement aisés à éliminer. Les mortiers à base de ciment et les mortiers-colle, dont l'usage s'est généralisé depuis les années 1970, compliquent en revanche le nettoyage. Ces mortiers sont plus résistants mais aussi plus adhérents. Techniquement, leur élimination n'est pas impossible mais, en pratique, elle s'avère généralement trop coûteuse et grève la rentabilité du réemploi. Outre l'âge des maçonneries, les deux types de mortier peuvent souvent être distingués visuellement : les mortiers de chaux sont plus clairs et souvent beiges, les mortiers de ciment plus foncés et gris.

→ **Dépose.** Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des briques et une certaine homogénéité des lots. Dans un premier temps, les enduits de surface (plâtres, plafonnages, etc.) sont éliminés mécaniquement. Ensuite, Le démontage proprement dit peut être effectué manuellement ou, pour les volumes plus importants, à l'aide d'une grue à grappin, en veillant particulièrement à ce que les briques soient posées en douceur sur le sol ou dans un conteneur. Même une chute d'une faible hauteur peut suffire à briser une brique parfaitement réutilisable. Les briques qui se cassent ou se pulvérisent spontanément lors du démontage sont d'office écartées.

Les briques déposées sont généralement transportées en conteneur. Cependant, pour certains types de briques plus fragiles, il est conseillé de nettoyer et de palettiser les briques avant de les transporter afin de limiter le taux de perte.

Si les briques à démonter présentent des variations (par exemple, selon leur exposition), il est recommandé de répertorier celles-ci et d'effectuer une distinction précise au moment de la dépose.

→ **Traitements.** Mis à part un nettoyage des restes de mortier et un tri qualitatif, les briques de réemploi ne subissent généralement aucun traitement. Le nettoyage peut être effectué sur site ou chez un spécialiste. L'élimination des restes de mortier ou des salissures (mousses, etc.) se fait manuellement ou mécaniquement, brique par brique, au moyen d'une hachette, d'un burin, d'une brosse en acier ou d'une machine à lame ou plateaux vibrants. Afin de faciliter la mise en œuvre des briques de réemploi, seules de légères traces de mortier superficiel ou voiles de ciment sont tolérées. Pour cette raison, les briques creuses ou perforées se prêtent mal à ces opérations et sont donc peu réemployées.



Brique effritée, inapte au réemploi



Variations de teintes et d'aspect des anciens modèles de briques



Présence de traces de peinture et légers restes de mortier



Démolition et réemploi sur site. Rénovation de la Tour A Plomb, Bruxelles. © BVDA - Bernard Van Damme Architecte



Nettoyage manuel des reste de mortier



Nettoyage mécanique des reste de mortier





Le tri des briques s'effectue au moment du nettoyage sur base d'un contrôle :

- **visuel** : les briques sont inspectées et les éléments présentant des dégâts importants sont écartés. Les briques peuvent être irrégulières, mais doivent avoir au moins une face et un about en bon état. Lorsque des restes de peintures sont présents à la surface d'une brique, la face ou about opposé doit être en bon état. Les briques inadaptées au réemploi en raison de leur précédent usage peuvent souvent être reconnues visuellement (par exemple, les briques présentant des traces de brûlure et provenant d'anciennes cheminées).
- **olfactif** : les briques émettant des odeurs nauséabondes (ammoniac, mazout, etc.) sont éliminées.

- **auditif** : pour vérifier qu'une brique est intacte, solide et non poreuse, il est possible de la sonder en tapotant légèrement avec un objet dur ou un outil. Un son « sourd » indique une brique à écarter, un son « clair » signifie que la brique est inaltérée. Cette inspection rudimentaire est généralement opérée par du personnel qualifié, qui possède une expertise de longue date dans le domaine.
- **mécanique** : les briques sont frottées afin de contrôler la porosité. Une brique qui s'écaille est généralement trop poreuse. Les briques sont triées par modèles, qualités, détériorations éventuelles, couleurs et dimensions. La proportion totale de briques récupérées dépend de l'état de la maçonnerie d'origine. Elle est souvent de

l'ordre de 50 à 70 %. Les briques qui se cassent lors du démontage et du nettoyage sont en grande partie inutilisables. Toutefois, il est possible de conserver une petite quantité de demi-brique ou de trois-quarts de brique pour les raccords et les angles, selon le type d'assemblage prévu lors de la remise en œuvre. Certains fournisseurs professionnels sont aussi en mesure de livrer ces formats incomplets.

→ **Tests complémentaires**. Une série de techniques simples peuvent être déployées pour approfondir le diagnostic in situ (voir ci-dessous).



◀ La **pipette de Karsten** est un test simple pour estimer l'absorption d'eau des briques. Un tube de verre rempli d'eau est fixé de manière hermétique en surface de la brique. Une échelle graduée indique la quantité d'eau qui pénètre en un temps donné. © [Plate-Forme Maison Passive](#)



▲ La mesure du taux d'humidité (teneur en eau) des briques peut être réalisée au moyen d'un **humidimètre** ou au moyen d'un test simple à la **bombe à carbure**. Cette mesure permet d'évaluer la porosité des briques. © [dmelaser.com](#)



◀ Le **scléromètre à rebond (ou marteau de Schmidt)** est un équipement portatif permettant d'estimer de manière non destructive la résistance/dureté de certains matériaux. Une force d'impact élastique est envoyée sur le matériau à tester, l'énergie non absorbée est alors renvoyée et quantifiée par l'appareillage. Une analyse des données au moyen d'abaques ou de courbes de calibrage permet alors de comparer les échantillons à tester. © [proceq.com](#)



▲ Dans une certaine mesure, les contraintes de compression (et donc la résistance à la compression in situ) peuvent être estimées au moyen d'un **vérin plat**. Cette technique consiste à pratiquer une saignée dans la maçonnerie au niveau d'un joint de mortier horizontal afin d'y insérer un vérin plat mis sous pression.

Toutefois, cette technique ne convient pas à tous les types de mortiers et les résultats doivent être interprétés avec prudence par des personnes expérimentées. © CSTC, Guide pour la restauration des maçonneries: 1ère partie, Stabilité des ouvrages, 2002



▲ Des **bandelettes indicatrices** permettent de déterminer et quantifier la présence de sels solubles au niveau des maçonneries (nitrates, chlorures, sulfates). © [technichem.be](#)





→ **Stockage.** Les briques sont idéalement empilées de manière décalée, et stockées sur palettes (500 à 1000 pièces/palette selon le modèle). Les palettes complètes ne dépassent pas 1 m de hauteur et sont recouvertes d'une housse rétractable en polyéthylène, afin de garantir leur stabilité lors du transport et les protéger des intempéries et de la poussière. Lorsque les briques sont nettoyées et réemployées sur site, il est également possible de les stocker en tas sur un sol plat et sec. Il est essentiel de les protéger de la pluie et de l'humidité ascendante du sol, afin qu'elles soient sèches au moment de la remise en œuvre.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée et filmées, etc.).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

**Astuce**

*Il est recommandé d'acheter une quantité suffisante de briques dès le départ. Chaque livraison de briques de réemploi a une composition unique. Les briques d'une livraison ultérieure peuvent donc présenter des dimensions et teintes de couleurs différentes.*



Stockage des briques démontées avant tri et nettoyage, chez un revendeur professionnel



Stockage des briques triées et nettoyées en palettes housées

**Plaquettes de parement**

*Certains fournisseurs proposent des plaquettes de parement issues de briques de réemploi. Les briques d'origine sont sciées longitudinalement en éléments de 25 à 40 mm d'épaisseur. Les chants sont vendus séparément et leur patine caractéristique est conservée.*



Plaquettes de parement © [BCA matériaux anciens](#)



Showroom d'un revendeur de briques de réemploi. Mise en valeur des différents modèles, avec des joints de nature et d'épaisseur variées



Plaquettes de parement © [franck.be](#)



Plaquettes de parement © [BCA matériaux anciens](#)

**Le-saviez-vous ?**

*Le revendeur de briques de réemploi danois Gamle Mursten a lancé une procédure pour obtenir un marquage CE pour certains types de briques courantes sur le marché danois. Pour ce faire, un organisme accrédité européen a été chargé d'adapter les normes harmonisées élaborées dans le cadre de la production industrielle aux spécificités des produits de réemploi. Cela a fourni à Gamle Mursten des directives claires pour établir une déclaration de performances (DoP) pour les types les plus courants des briques de réemploi. Outre l'avantage commercial lié au marquage CE, ce processus permet aux professionnels de la construction de disposer de données fiables sur certaines caractéristiques des briques de réemploi (par exemple : résistance à la compression, résistance au gel, taux d'absorption, résistance en flexion et en traction). Une déclaration environnementale de leurs produits (EPD) est également disponible.*



Tri et packaging mécanisé de briques de réemploi © [Gamle Mursten \(DK\)](#)



## Applications et mise en œuvre

**Les briques pleines en terre cuite de réemploi s'utilisent principalement en maçonnerie de structure protégée ou non protégée tels que les revêtements de façade extérieurs, habillages muraux intérieurs et les murs de partition. Elles peuvent également être utilisées en maçonnerie porteuse, en maçonnerie extérieure (murets, etc), en pavement intérieur et en maçonnerie décorative. Leur utilisation n'est pas recommandée en pavage extérieur (pour cet usage, se référer aux pavés en terre cuite ou klinkers de terre cuite).**

En règle générale, le choix des briques doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir « performances et aptitude à l'usage ») et des réglementations urbanistiques. Selon l'application, il convient dans tous les cas de se référer aux normes de conception (e.a. EN 1996 : Eurocode 6 pour la conception et le calcul des ouvrages en maçonnerie), aux normes nationales et européennes relatives au produit (e.a. EN 771-1+A1, etc.), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre. Selon la réglementation en vigueur, il convient également de tenir compte des exigences sismiques, thermiques et acoustiques, de résistance au feu, d'étanchéité, etc.

La remise en œuvre d'un lot de briques pleines en terre cuite de réemploi en bon état peut différer légèrement de celle des briques neuves. Dans les grandes lignes, elles soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état de l'ensemble des éléments de maçonnerie (mur creux, mur composite, raccords, chaînages, etc.), choix du mortier, joints, appareillage, finition, facteurs climatiques et météorologiques, isolation, système d'attache et de console, coefficients de sécurité lors du dimensionnement, coûts et délais de mise en œuvre, etc.

En raison d'une plus grande variabilité dimensionnelle due à leur surface irrégulière, les briques de réemploi sont souvent mises en œuvre avec un appareillage « sauvage » (ou irrégulier) et des joints de mortier larges (10 à 12 mm), mais d'autres solutions sont possibles, selon les modèles. La pose collée est déconseillée.

L'intégration des briques de réemploi dans des maçonneries porteuses nécessite de se conformer aux exigences mécaniques. De manière générale, les performances mécaniques de la maçonnerie dépendent de la nature des éléments, du type et de l'épaisseur du joint de mortier et de la résistance des matériaux. A cet égard, le choix du mortier doit également tenir compte des caractéristiques des briques (porosité, absorption d'eau initiale, taux d'humidité, poids spécifique, adhérence, etc.) et des exigences liées à la maçonnerie (exposition climatique, résistance, etc.).

### Penser réversible !

*L'usage d'un mortier à la chaux ou d'un mortier bâtard (chaux-ciment), sans résines ni additifs, facilite le futur démontage. Ce mode de pose doit être réfléchi au regard de l'application des briques, et requiert des précautions particulières au cours de la mise en œuvre. Pour plus d'informations, se référer à la norme EN 998 (1-3) : Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie. Certains producteurs de briques neuves s'intéressent à cette question de réversibilité et proposent des solutions en ce sens. N'hésitez pas à les contacter.*

Une fois terminée, plusieurs finitions sont applicables à la maçonnerie : sablage des restes de peinture et mortiers présents sur les briques de réemploi, application d'un enduit / badigeon à la chaux, voire même selon les exigences, application d'un coating imperméabilisant.

Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot.** Le lot doit être constitué de briques en terre cuite du même modèle. Dans la plupart des cas, les fournisseurs professionnels proposent des lots de briques homogènes, mais de provenances différentes. En réemploi sur site, la caractérisation des lots s'effectue sur base d'un inventaire détaillés des produits, en rapport avec leur application d'origine et leur mode de mise en œuvre. Ces informations permettent généralement de définir les risques potentiels et les critères nécessaires à la répartition et à l'homogénéité des lots au regard de l'application visée. Les points d'attention seront entre autres :

### • Informations sur les briques :

- Type, marque, modèle, fabricant, année de production, dimensions, fiche technique, aspect visuel et détériorations éventuelles, etc.

### • Informations sur les applications d'origine :

- Type d'ouvrage, année de construction, localisation géographique, spécificités (bords de mer, bord de route, zone de montagne, etc.)

- Types d'application (protégé, non protégé, parement, mur porteur, etc.) et localisation dans l'ouvrage.

- Spécificités (orientation des murs non protégés, soubassements, mur isolé, intérieur vs extérieur, fondation, étales, etc.)

### • Informations sur la mise en œuvre :

- Types de joints, mortiers, systèmes d'attaches et de raccords, traitements hydrofuges et injections contre l'humidité, rénovations, etc.

→ **Dimensions.** Les dimensions des briques doivent être homogènes. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par l'auteur de projet en fonction des contraintes de mise en œuvre. De manière générale, les faces de la brique qui sont trop irrégulières peuvent être cachées en les dirigeant vers le côté non visible de la maçonnerie. Pour les appareillages nécessitant des demis briques, il convient de préciser les quantités souhaitées. Il est recommandé de vérifier à l'avance quels types de briques sont disponibles dans quels formats.

→ **Teinte.** Des variations de teinte et d'aspect sont fréquentes. Dans le cas des briques en terre cuite de réemploi, ces variations sont principalement dues au mode de production et à l'origine des lots. Les briques palettisées provenant des revendeurs professionnels sont généralement assez mélangées pour obtenir un bon rendu esthétique. En cas de doute, les différentes palettes peuvent à nouveau être mélangées lors du placement.

→ **Nettoyage.** Malgré un nettoyage approfondi, les résidus de mortier superficiels sont inévitables, surtout pour les briques moulées à la main. Les traces de mortier au ciment sont souvent plus visibles. Celles-ci peuvent conférer un aspect esthétiquement intéressant à la paroi. Le cas échéant, il est possible de prévoir un traitement de finition a posteriori (ex : sablage, enduit / badigeon, etc.).



→ **État.** Outre les traces de résidus de mortier, les briques de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures, des cratères, ou des écailllements légers, des taches, des traces de peinture, des restes de mousse, des traces d'efflorescences, etc.

Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des briques, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § *Caractéristiques et aptitudes à l'usage*). Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables.

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Pour limiter le risque de ne pas retrouver le modèle, il convient de prêter une attention particulière aux quantités commandées.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Généralement, les matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (Pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

Certains modèles de briques anciennes sont réputés pour leurs excellentes caractéristiques techniques, liées notamment à la qualité des argiles, aux températures de cuisson (historiquement plus élevées qu'aujourd'hui) et au savoir-faire des briquetiers anciens. La persistance d'ouvrages constructifs parfois pluri-séculaires (et même pluri-millénaires) atteste à l'évidence de la durabilité des briques anciennes. Aujourd'hui, cette connaissance largement empirique et basée sur un rapport plus direct au matériau, qui se retrouve encore chez de nombreux spécialistes de la brique ancienne, peine à faire reconnaître sa validité dans les cadres normatifs du secteur de la construction, basés sur une approche plus statistique et dépersonnalisée. Les conseils des spécialistes restent extrêmement précieux pour choisir un modèle de brique adapté aux exigences de l'usage visé.

#### **Astuce conception !**

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité, par exemple, en prévoyant des combinaisons de formats et des motifs au niveau de la maçonnerie. Dans ce cas, la compatibilité des modèles doit être déterminée à l'avance, tant au niveau technique qu'au niveau de la conception.*



Réemploi de modules de briques. The Resource Rows.  
© Lendager Group (DK)

#### **Le-saviez-vous ?**

*Un alternative au réemploi des briques « à la pièce » a été explorée par l'entreprise danoise Lendager Group. Leur projet « Ressource Row » (2019) est un complexe d'habitations dans lequel ont été intégrés en façade des modules de briques issus de plusieurs chantiers de démolition. Les variations de motif et d'orientation des modules contribuent au caractère singulier de l'édifice.*





### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La plupart du temps, il est compliqué, voire impossible de démontrer simultanément toutes les performances techniques liées aux lots de briques de réemploi. Ceci s'explique par une variabilité importante au sein des lots, notamment due :

- au processus de production des briques (hétérogénéité des mélanges d'argiles, conditions de séchage naturel variables et saisonnières, répartition inégale de la chaleur au cours de la cuisson des briques, etc).
- à la répartition inégale des sollicitations appliquées aux maçonneries d'un même édifice au cours de la vie en œuvre. Par exemple, variabilité locale de l'exposition aux gel et à l'humidité, variabilité des sollicitations mécaniques ou physico-chimiques, etc. Dans une certaine mesure, il est possible de procéder à une séparation des éléments au moment de la dépose sur base de caractéristiques simples (par

exemple maçonneries protégées et non protégées au gel à l'humidité, élimination des zones sensibles telles que les étales, les cuves ou les fondations, etc.) mais le degré d'incertitude subsiste généralement à un niveau plus local.

- au mélange des sources d'approvisionnement. Les fournisseurs de briques de réemploi constituent généralement des lots de briques semblables provenant de différents bâtiments. Des briques ayant subi des contraintes différentes sont donc mélangées au cours du processus de tri et de nettoyage.

Cette variabilité ne pose généralement pas de problèmes pour les applications soumises à de faibles sollicitations. Il s'agit même, à un certain égard, d'un facteur permettant d'accroître les quantités de briques réemployées.

Par contre, les briques de réemploi conviennent moins pour des applications pour lesquelles une grande homogénéité de

certaines caractéristiques techniques est essentielle (par exemple : résistance à la compression). Dans ce cas, le recours à des tests en laboratoire peut apporter des réponses, pour autant que l'échantillonnage soit représentatif du lot. Des stratégies de conception telles que le surdimensionnement et la robustesse des détails peuvent également être une alternative à la réalisation de tests coûteux.

La norme européenne harmonisée EN 771-1+A1 définit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) et les exigences de performance pour déterminer l'aptitude à l'emploi de briques pleines en terre cuite neuves. Bien qu'elles soient détaillées pour des briques neuves, à usage visé identique, ces caractéristiques peuvent également être utiles pour évaluer l'adéquation des briques de réemploi. Le tableau ci-dessous les commente pour des application en maçonnerie protégées et non protégées, porteuse (p.) et non porteuse (n.p.).

Caractéristiques	Protégée		Non protégée		Commentaires
	p.	n.p.	p.	n.p.	
<b>Masse volumique</b>	x	x	x	x	Ce paramètre est couramment utilisé pour le calcul des performances de stabilité, d'isolation acoustique, d'isolation thermique, de résistance au feu, de perméabilité à la vapeur d'eau. Elle peut être estimée simplement au moyen d'une balance et d'un mètre ou être déterminée avec précision en laboratoire.
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	x	x	x	x	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri et de nettoyage des briques. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer. De manière générale, le degré de tolérance dimensionnelle des briques de réemploi est plus élevé et est compensé par le recours à des joints plus épais ou par une conception adaptée (par exemple appareillage « sauvage » ou irrégulier).
<b>Etat de la surface</b>	x	x	x	x	Idem. Les dommages mineurs ne sont pas considérés comme des défauts tant qu'ils n'empêchent pas un placement correct et n'affectent pas les propriétés mécaniques de la brique. Les faces susceptibles de recevoir un enduit doivent présenter une rugosité suffisante pour permettre l'adhérence du produit.
<b>Intégrité structurelle</b>	x	x	x	x	L'intégrité structurelle des briques peut être déterminée assez simplement au moyen de tests visuels ou auditifs.
<b>Porosité et absorption d'eau</b>	x	x	x		La porosité des briques de réemploi varie considérablement selon les modèles, allant de très peu absorbantes à très absorbantes. En général, la porosité est comprise entre 5 et 20 %, principalement selon la température à laquelle elles ont été cuites. La porosité influence l'absorption d'eau et le niveau d'encrassement. Des traitements hydrofuges de finition permettent de limiter ce facteur.  Le taux initial d'absorption d'eau permet de déterminer la bonne compatibilité entre un mortier et une brique, selon le niveau d'adhérence exigé. Cette caractéristique est importante pour les maçonneries porteuses et les maçonneries protégées soumises à des charges horizontales (pression du vent, tremblements de terre...)  Ces paramètres peuvent être testés en laboratoire ou estimés en condition in situ (cf. pipette de karsten, humidimètre, bombe à carbure).



Caractéristiques	Protégée		Non protégée		Commentaires
	p.	n.p.	p.	n.p.	
<b>Résistance au gel</b>	x	x			De manière générale, les briques ayant été soumises à de nombreux cycles de gel/dégel sans subir de dégradations ont déjà prouvé cette aptitude. C'est pourquoi il convient de porter une attention particulière à l'application et à la zone climatique d'origine, particulièrement si les briques sont réemployées en maçonnerie non protégée.  En cas d'incertitude, des tests spécifiques peuvent être effectués en laboratoire. En l'absence de tests, les briques issues de maçonneries protégées ne sont pas recommandées en application extérieures.
<b>Résistance au feu</b>	x	x			La résistance au feu s'évalue au niveau du système constructif. Elle est déterminée en fonction de l'épaisseur et des caractéristiques différentes couches constitutives. Les règles de base en la matière sont données dans la norme EN 1996-1-2 (Eurocode 6).
<b>Réaction au feu</b>	x	x	x	x	La décision 2000/603/CE de la Commission prévoit que les briques de maçonnerie dont la teneur en matières organiques est inférieure à 1,0 % peuvent être classées, sans essai préalable, dans la classe de réaction au feu A1. En cas d'incertitude, les briques peuvent être classées en selon l'EN 13501-1.
<b>Résistance à la compression</b>	x	(x)	x	(x)	Cette caractéristique est particulièrement importante en maçonnerie porteuse. La détermination de la résistance moyenne à la compression d'un lot de briques de réemploi peut être déterminée en laboratoire, pour ensuite servir au calcul selon l'Eurocode 6. Pour info, la dispersion des résultats d'échantillonnage ne doit pas être trop importante. Il est donc conseillé de travailler à partir de lots de briques non mélangées.  Pour une maçonnerie de parement non porteuse, réalisée dans les règles de l'art, la résistance à la compression n'est généralement pas considérée comme un critère essentiel.  A notre connaissance, les tests menés sur plusieurs modèles anciens de briques de réemploi prouvent une résistance à la compression élevée, principalement due aux températures de cuisson élevées. La plupart des fournisseurs de briques de réemploi ont une bonne connaissance des modèles et de leurs propriétés mécaniques empiriques. Ils peuvent fournir des conseils utiles.  La résistance à la compression d'une maçonnerie tient à également compte du type de mortier utilisé.  Ce paramètre peut également être estimé in situ ( <i>cf. technique du vérin plat</i> ).
<b>Résistance à la flexion et au cisaillement, adhérence</b>	(x)	(x)	(x)		Ces caractéristiques sont pertinentes à évaluer dans le cas où les maçonneries sont soumises à des efforts horizontaux (murs de longues portées, pression du vent, région sismiques) et particulièrement dans le cas des maçonneries porteuses. Elles peuvent être calculées à partir de valeurs tabulées en fonction du type d'élément de maçonnerie et du type de mortier (Eurocodes 6) ou par des essais en laboratoire (EN 1052-2 et EN 1052-3).
<b>Propriétés thermiques</b>	x	x			Caractéristiques pertinentes à évaluer si les briques contribuent à la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment. La détermination des valeurs thermiques peut être basée sur des données tabulées (à partir des données de masse volumique), des mesures, des calculs ou une combinaison des trois. Se référer à la norme EN 1745 - Maçonnerie et éléments de maçonnerie - Méthodes pour la détermination des propriétés thermiques.  De manière générale, les briques, comme la plupart des produits en terre cuite, ont une inertie thermique relativement importante qui aide à réguler la température du climat intérieur.
<b>Dilatation à l'humidité</b>	x	x			Les éléments en terre cuite sont généralement stables dimensionnellement.



Caractéristiques	Protégée		Non protégée		Commentaires
	p.	n.p.	p.	n.p.	
<b>Efflorescence</b>	x	x			<p>L'apparition d'efflorescences à la surface des briques de réemploi est principalement causée par le transport de composants solubles au travers de la brique par la pluie.</p> <p>La plupart du temps, les briques exposées ont généralement eu le temps d'évacuer leur contenu en sels solubles au cours de leur vie en œuvre (attention aux briques soumises aux embruns marins). Cependant, le réemploi en application extérieure de briques non exposées (intérieures) ou ayant été en contact avec le sol peut provoquer l'apparition d'efflorescences.</p> <p>Le type de mortier utilisé, le degré d'exposition de la maçonnerie à l'humidité (infiltrations, mise en œuvre de briques humides, etc.) et la microporosité des briques influencent également l'apparition des efflorescences. A savoir, les mortiers à base de ciment Portland sont plus susceptibles de provoquer l'apparition d'efflorescences.</p> <p>Le risque peut toutefois être maîtrisé grâce à un choix réfléchi des matériaux et des détails architecturaux ainsi qu'à une mise en œuvre soignée.</p>
<b>Perméabilité à la vapeur d'eau</b>	x	x			<p>Cette caractéristique est à apprécier pour les maçonneries protégées et isolées. Les coefficients de résistance à la diffusion de vapeur d'eau peuvent être tirés de valeurs tabulées (EN 1745), en fonction de la masse volumique des briques considérées ou à partir de mesures d'essai.</p>
<b>Contenu en sels solubles actifs</b>	x	x			<p>Cette caractéristique peut influencer le phénomène d'efflorescence ainsi que la bonne tenue des joints à base de ciment. De manière générale, les briques issues de maçonneries non protégées ont évacué une grande partie des sels solubles qu'elles auraient pu contenir. Pour éviter de mettre en œuvre des briques ayant un contenu en sels solubles trop élevé, il est recommandé de ne pas remettre en œuvre des briques ayant été en contact avec le sol (fondations, caves), ou issues d'étables, anciennes cheminées, fosses septiques, soubassements en bord de chaussée (sels de déneigements), etc.</p> <p>Le contenu en sels solubles peut être testé en laboratoire ou au moyen de bandelettes indicatrices.</p>
<b>Toxicité</b>	(x)	(x)	x	x	<p>D'origine, les briques en terre cuite ne sont pas susceptibles de contenir des substances dangereuses. Cependant, au cours de leur vie, elles ont pu être contaminées de diverses manières (moisissures, traitements de finition, peinture, absorption d'eau contaminée, etc.). En l'absence de méthode de détermination précise, il convient d'éviter le réemploi de briques issues de fosses d'aisance, fondations, cuves à mazout, étables, etc. (+ voir § Substances dangereuses et précautions).</p>



Appareillage d'une façade avec trois modèles différents de briques de réemploi. Chiro Itterbeek (BE) © ROTOR





**Disponibilité**

Presque toutes les briques de réemploi vendues par les fournisseurs spécialisés sont triées, contrôlées, nettoyées, palettisées et prêtes à être livrées. Plusieurs fournisseurs belges ont fait état d'une évolution intéressante sur le marché de la brique de réemploi. Autrefois, les briques dites « faites main » étaient les plus prisées. Il s'agit de briques d'aspect irrégulier, souvent centaines voire bicentennaires. Depuis les années 1990, la fréquence de déconstruction des bâtiments très anciens a diminué tandis que la demande pour la brique de réemploi a persisté. Cela a eu pour conséquence d'amener les opérateurs de la récupération à s'intéresser à des types de briques pleines plus récentes, qualifiées de briques « machinales » (étirées). Celles-ci datent de la première moitié du vingtième siècle et possèdent un aspect plus régulier. Ces briques de réemploi plus récentes ont progressivement trouvé une place sur le marché. Parce qu'elles sont plus courantes lors des déconstructions, elles sont aussi moins chères que les briques de réemploi faites main.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon les modèles et leurs dimensions, la qualité des lots et leur rareté.

- briques moulées main : de 0,30 et 0,60 €/pc
- briques étirées : entre 0,25 et 0,35 €/pc

**Trouver des prestataires spécialisés**



Au Royaume-Uni : [http://www.brickdirectory.co.uk/html/reclaimed\\_and\\_renovation\\_brick.html](http://www.brickdirectory.co.uk/html/reclaimed_and_renovation_brick.html)



Mélange de briques de réemploi et de briques neuves. Musée du folklore, Mouscron (BE). © V+ architectes

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
CTMNC (FR) – Déclaration Collective *	41,6	-
TERREAL (FR) - Déclaration individuelle **	72,9	-
Base de donnée INIES - Donnée générique ***	23,2	-
Base de donnée ICE (UK) – Clay brick ****	-	0,45
GAMLE MURSTEN (DK) - Brique de réemploi	-	0,0027

\* Valeur indicative pour une maçonnerie de parement de 1 m<sup>2</sup> en briques en terre cuite (mortier et attaches inclus). Valable pour des briques apparentes dont la masse au m<sup>2</sup> est comprise entre 75 kg /m<sup>2</sup> et 186 kg/m<sup>2</sup>.

\*\* Valeur indicative pour une maçonnerie de 1 m<sup>2</sup> en brique pleine moulée main (136 kg/m<sup>2</sup>), (mortier et attaches inclus)

\*\*\* Valeur indicative pour un mur de 1 m<sup>2</sup> en petits éléments de maçonnerie en terre cuite (épaisseur entre 15 et 25 cm)

\*\*\*\* Valeur indicative pour une brique en terre cuite (poids spécifique 2,13 kg/brique)



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de briques de terre cuite de réemploi permet de prévenir la production de ~2 320 à ~7 290 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de briques neuves (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~13 900 à ~43 700 km effectué dans une petite voiture diesel. Sur base des données récoltées, on peut estimer (de manière simpliste) que l'impact du réemploi des briques sur l'indice de réchauffement climatique est jusqu'à 150 fois moindre.



**Substances dangereuses et précautions**

La *poussière de ciment* peut contenir du silicium ou des particules de quartz qui peuvent être nocifs pour la santé. Il est recommandé de prévoir le matériel de protection nécessaire lors du démontage et du nettoyage des briques (masques FFP3).

La mэрule, également connue sous le nom de *pourriture sèche*, est un champignon lignivore qui se développe et attaque le bois en présence de conditions humides ou mal ventilées, pouvant causer des dommages structuraux. Bien qu'il n'attaque pas la maçonnerie, le champignon produit des spores qui peuvent s'infiltrer dans les briques et les mortiers situés à proximité des boiseries attaquées. L'utilisation de briques de réemploi peut donc être une source de propagation si les conditions hygrométriques sont mal maîtrisées.



Parement mural intérieur en briques de réemploi. Zonnige kempen (BE).



Parement de façade en brique de réemploi. Maison Vignette (BE) © Giulia Frigerio. Architecte : Karbon' architecture & Urbanisme



Extension d'une maison unifamiliale. Parement de façade en brique de réemploi. Bruxelles (BE) © Sophie Boone pour VLA-Architecture



LE BÂTI BRUXELLOIS SOURCE DE NOUVEAUX MATÉRIEAUX

Fiche produit-application : briques de terre cuite destinées à être réemployées en parement  
Mai 2021




**En savoir plus !**

Fiche produit-application: briques de terre cuite destinées à être réemployées en parement. *Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux (BBSM)*. Mai 2021. (En français).

<https://www.bbsm.brussels/wp-content/uploads/2021/06/annexe-17-WP6-fiche-produit-application-briques-de-terre-cuite-parement.pdf>

**En savoir plus !**

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi le réemploi de briques - *Fondation Bâtiment Énergie (FBE)*. Décembre 2020 (en français).

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-brique-V5.pdf>

ÉCONOMIE CIRCULAIRE DES BÂTIMENTS

## Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de briques



FONDATION BÂTIMENT ÉNERGIE

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

Les tuiles en terre cuite sont obtenues par cuisson d'argiles (ou glaises) humidifiées, mélangées et dégazées ; façonnées par pressage ou étirage, moulées ou préformées ; séchées et finalement cuites à une température de 1000 à 1100°C pendant 12 à 48h. Il s'agit d'un matériau céramique de fabrication artisanale ou industrielle dont les propriétés techniques dépendent essentiellement de la composition du mélange, de la température de cuisson, de la technicité déployée pour la fabrication et de la finition de surface. En conditions normales, elles assurent l'étanchéité des ouvrages en couvertures de toit ou en bardage extérieur. Les tuiles en terre cuite présentent une très bonne durabilité (durée de vie jusqu'à 100 ans). Cependant, au cours de leur usage, elles seront soumises à une série de facteurs susceptibles d'affecter leur intégrité et leurs propriétés (par exemple : la pente du toit et la capacité de drainage, les facteurs météorologiques et climatiques, l'orientation du versant, le comportement de la couche de finition, la fréquence d'entretien de la toiture, etc.



Abondamment produites en Europe depuis le 19e siècle, les tuiles en terre cuite se retrouvent de façon stable sur le marché du réemploi. Il ne faut pas les confondre avec leurs homologues en béton, plus poreuses et dont la durée de vie est estimée à 50 ans.

→ **Formats** : il existe une très grande variété de modèles et de formats, généralement associés à un producteur et/ou une région d'origine ainsi qu'aux conditions climatiques et de mise en œuvre (pente de toit, étanchéité nécessaire, végétation alentours, orientation du versant, résistance au vent, charges sur la charpente, etc). On distingue les tuiles à recouvrement (tuiles plates, tuiles canal, les tuiles pannes, etc.) des tuiles à emboîtement (simple, double ou triple ; emboîtement de

tête et/ou latéral). Selon le type et le modèle, il faut entre 10 et 20 tuiles/m<sup>2</sup> pour les modèles à emboîtement, et jusqu'à 65 tuiles/m<sup>2</sup> pour les modèles à recouvrement.

→ **Accessoires** : plusieurs pièces accessoires, associées à des modèles spécifiques, se retrouvent en quantités moindres sur le marché du réemploi. Par exemple : tuiles faîtière/arêtières, abouts, tuiles de rive, tuiles chatières, demi-tuiles, etc.

→ **Finitions et coloris** :

- **Sans traitement** : les tuiles présentent une coloration rouge (tesson homogène), déterminée par le type d'argiles utilisées et la teneur en oxydes de fer. Leur aspect est principalement mat et légèrement rugueux.
- **Engobé** : Après le processus de séchage, une fine couche d'argile est appliquée sur la tuile à laquelle on a ajouté des oxydes minéraux ou des pigments. Au cours de la cuisson, cette couche fusionne avec le tessou sous-jacent. Le résultat est une tuile rouge foncée, marron ou noire d'aspect brillant ou satiné.
- **Émaillé** : une suspension d'émail est appliquée sur la tuile non cuite. En cours de cuisson, cette couche se vitrifie et permet d'obtenir des carreaux rouges, bruns et noirs, mats ou brillants, dans différentes teintes. Les tuiles émaillées sont généralement lisses, très peu poreuses et résistent mieux à la saleté, aux mousses et aux algues.
- **Tesson foncé** : En utilisant des argiles pigmentées au manganèse, les tuiles sont complètement noires, dans toute l'épaisseur du tessou ; les dommages superficiels sont donc peu ou pas visibles.
- **Fumé** : les tuiles sont cuites sous atmosphère réductrice, ce qui leur donne un aspect bleu/gris.
- **Traitements de préservation** : certaines tuiles de réemploi peuvent présenter des traces d'un traitement de préservation hydrofuge ou d'une couche de peinture appliquée en phase d'usage.







### Récupération du matériau

La récupération des tuiles doit toujours se faire dans le respect des règles de sécurité applicables aux travaux de toiture. Si les tuiles ne trouvent pas un nouvel usage directement sur site, elles peuvent être dirigées vers les filières professionnelles de réemploi. Il existe en effet des opérateurs susceptibles de récupérer des lots de tuiles. Leur intérêt dépendra essentiellement du modèle de tuile, des quantités et de l'état général du lot.

→ **Test de démontage (ou avis expert)** : il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos ou des informations présentes sur le revers des tuiles, ou par une visite sur place. Les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose des éléments (libres, cloués, vissés, fixés aux liteaux par crochets de pannetonage, scellés au mortier, etc.) ;
- l'intérêt commercial (selon le modèle de tuile, la quantité, le potentiel de revente, les spécificités régionales, etc.) ;
- les dispositions sécuritaires (état de la charpente, pente de toit, configuration du bâtiment, etc.) ;
- les dispositions logistiques (délai, temps de travail, manutention, transport, etc.).

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des tuiles et une certaine homogénéité des lots. Les tuiles seront triées par modèles, qualités, détériorations éventuelles, couleurs, dimensions, degré d'encrassement et pièces accessoires. Les tuiles présentant des cassures, des fêlures, des dégradations importantes de la couche superficielle, des effritements ou des traces de plomb seront déclassées. Les tuiles récupérées seront préférablement stockées sur la tranche afin de limiter les risques de brisure et prévenir l'accumulation d'eau pouvant favoriser le développement d'algues et de moisissures et pouvant détériorer la porosité et les propriétés techniques des tuiles.

→ **Traitement** : mis à part un tri qualitatif, les tuiles de réemploi ne subissent généralement aucun traitement. Veuillez noter qu'un nettoyage à haute pression peut fortement endommager la couche superficielle et affecter l'étanchéité. Si nécessaire, les tuiles peuvent être nettoyées au moyen d'une brosse douce pour éliminer les mousses, algues et autres salissures.

→ **Stockage** : les tuiles sont idéalement stockées sur palettes-box en prenant les précautions nécessaires pour limiter les risques de brisures (conditionnement sur la tranche, séparation des couches, etc.) ou transportées en vrac vers le lieu de stockage et empilées verticalement sur plusieurs rangées de hauteur.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc.).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations. Pour les lots de tuiles anciennes, le pourcentage de perte au moment de la dépose peut atteindre 40 %. Il est donc souvent nécessaire d'adapter le projet ou de compléter par d'autres tuiles de réemploi ou de tuiles neuves en cas de repose sur site.



#### Test auditif !

Pour vérifier si une tuile est intacte, il est possible de la sonder en tapotant légèrement avec un objet dur. Un son « sourd » indique une fracture interne, un son « clair » signifie que la tuile est inaltérée.







### Applications et mise en œuvre

Les tuiles en terre cuite de réemploi s'utilisent principalement comme couvertures de toit ou en bardage extérieur. En règle générale, le choix des tuiles doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « *Caractéristiques et aptitude à l'usage* ») et des réglementations urbanistiques. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 1304 : 2013) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).

La remise en œuvre d'un lot complet de tuiles en terre cuite de réemploi en bon état ne diffère en rien de celle des tuiles neuves. Elles se prêtent à la même diversité de modes de pose. Elles soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état de la charpente et de la sous-toiture, facteurs climatiques et météorologiques, pente minimale, système de fixation, points d'ancrage et crochets de sécurité, ouvrages de raccords, sous-couche d'étanchéité, système de ventilation, égouttage et collecte des eaux pluviales, coûts et délais de mise en œuvre, entretien spécifique, etc.

Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot** : le lot doit être constitué entièrement de tuiles en terre cuite du même modèle. Les accessoires fournis doivent être compatibles.

→ **Complétude du lot** : avant d'acheter un lot ou d'opter pour un réemploi sur site, il convient de s'assurer de la disponibilité des accessoires nécessaires (neufs ou de réemploi) et compatibles avec la remise en œuvre d'une couverture de toit en tuiles de réemploi. Selon le projet, ces accessoires peuvent concerner : les crochets de pannetonage, les tuiles faitières/arêtières, les demi-tuiles, les

tuiles de rive, les tuiles chatières, les tuiles d'abouts, etc.). Les tuiles de réemploi ne disposent généralement pas de guides de mise en œuvre, il est donc conseillé de faire appel à un couvreur professionnel pour accompagner votre projet.

→ **Dimensions** : les dimensions des tuiles doivent être homogènes. Des variations sont cependant possibles pour les anciennes tuiles artisanales. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par l'auteur de projet en fonction des contraintes de mise en œuvre.



→ **Teintes** : des variations de teinte et d'aspect sont possibles. Dans le cas des tuiles en terre cuite de réemploi, ces variations peuvent être dues au mode de production, à l'exposition d'origine, aux traitements précédemment appliqués, etc. Il est conseillé de mélanger les tuiles lors de la repose.

→ **État** : les tuiles de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que :

- des traces d'usure superficielle, des éclats ou fissures de tressillage dans la couche d'émail/engobe ;
- des bords légèrement ébréchés ou écorchés ;
- de légères détériorations au niveau des saillies/tenon d'accrochage et des trous de fixation ;

- des détériorations au niveau des rainures d'assemblage et/ou bourrelets d'écoulement ;
- des taches, des traces de moisissures, des efflorescences, etc.

Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des tuiles, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « *Caractéristiques et aptitudes à l'usage* »). Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables.

→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Généralement, les matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche Introductive).

#### Tip !

*Les tuiles en terre cuites provenant d'étables, et soumises à de fortes émanations d'azote et de soufre, ont tendance à s'effriter facilement. Selon leur état, il n'est pas toujours conseillé de les réutiliser.*



#### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)





## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La norme harmonisée européenne EN 1304 : 2013 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des tuiles en terre cuite. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des tuiles en terre cuite de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme</b>	Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des tuiles de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer. Le caractère irrégulier des anciennes tuiles moulées à la main devra être tenu en compte lors de leur remise en œuvre.
<b>Structure</b>	Les tuiles présentant des fêlures, des cassures, des effritements ou des tenons manquants sont écartées. Un test auditif (cfr plus haut) peut être mis en place au moment de la remise en œuvre. Cette caractéristique est donc liée au degré de tri des tuiles de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Qualité de la surface</b>	Les griffures, les éraflures, les traces de frottement, les efflorescences et les fissures de tressailage de l'émail ne sont pas considérées comme des défauts dans la mesure où ils n'affectent pas les propriétés physiques et mécaniques des tuiles.
<b>Imperméabilité</b>	<p>Les tuiles en céramique sont de nature poreuse. Les finitions émaillées, engobées ou hydrofuges améliorent l'étanchéité à l'eau. Il convient donc de s'assurer de l'état superficiel des tuiles et de la couche de finition. La présence de mousses et d'algues sur les tuiles peut traduire une détérioration de l'étanchéité.</p> <p>Pour les tuiles à recouvrement, en l'absence de rainures d'écoulement, l'étanchéité du système n'est pas garantie. Cela implique de prévoir une meilleure étanchéité de la sous-toiture. Cette disposition est également valable pour les tuiles à recouvrement présentant des détériorations au niveau des rainures d'assemblage et/ou des bourrelets d'écoulement. Il est également possible de tester en laboratoire l'imperméabilité à l'eau d'un lot.</p>
<b>Résistance à la rupture par flexion</b>	A considérer selon la zone climatique (vents importants, chutes de neiges, etc.) et la configuration de la toiture (orientation, pente, etc.). Des tests spécifiques peuvent être pratiqués en laboratoire pour déterminer la résistance à la rupture d'un lot.
<b>Résistance au gel</b>	Les tuiles de réemploi ont généralement passé l'épreuve du temps et des cycles de gel/dégel. Il importe cependant de confronter l'origine des lots et la zone climatique de remise en œuvre. Pour les tuiles anciennes ayant été détériorées par le gel, il convient de se référer au point sur les caractéristiques de structure. Des tests spécifiques peuvent également être pratiqués en laboratoire.
<b>Performance vis-à-vis d'un incendie extérieur</b>	Conformément à la décision 2000/553/CE de la Commission européenne, les tuiles en terre cuite appartiennent à la classe B <sub>ROOF</sub> (t1) sans essai complémentaire, sous réserve de la conception et de l'exécution appropriée de la toiture.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les tuiles en terre cuite sont classées comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 sans essai préalable.
<b>Fixations</b>	Plusieurs modes de fixation sont généralement admis. Il convient de se référer aux règles de mise en œuvre et à l'état du dispositif de fixation pour juger de la conformité du lot (notamment pour les applications en bardage). Certaines règles de mise en œuvre peuvent exiger la présence de 2 trous de fixation. Il est toujours possible de (re)percer les tuiles, mais ce travail est fastidieux.
<b>Recouvrement</b>	Pour les tuiles à recouvrement (tuiles plates, tuiles pannes, etc.), il convient de respecter une distance minimale de recouvrement et une pose à joints croisés. En l'absence de documentation technique spécifique liée aux produits de réemploi, il convient de se référer aux équivalents neufs ou à l'expérience de professionnels.
<b>Toxicité</b>	Les tuiles ne doivent pas être contaminées par du plomb (visible sous forme de traces grisées) provenant d'éléments externes. Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri des tuiles de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance mécanique, la résistance au gel ou l'imperméabilité pourront être mesurés et quantifiés à l'aide de tests effectués par des laboratoires agréés.



**Disponibilité**

Les tuiles en terre cuites sont présentes en relativement grandes quantités sur le marché du réemploi, selon les modèles et la région géographique. Les lots de modèles les plus courants atteignent facilement quelques centaines à quelques milliers de m<sup>2</sup>. Les modèles les plus rares et certains éléments décoratifs sont essentiellement vendus pour les réparations ou la rénovation de toiture. Certains revendeurs sont également fournisseurs de tuiles et accessoires neufs.

En Belgique, les tuiles concernées sont essentiellement les tuiles de Boom, les tuiles de Bourgogne, les tuiles à côte, les tuiles tempêtes, les tuiles plates, etc.

Aux Pays-Bas, le marché est très important. Les modèles rustiques les plus courants sont les tuiles de Boom, les tuiles à côte, les tuiles tempêtes, les tuiles boulets et les tuiles romanes. Les modèles contemporains engobés ou émaillés sont également très disponibles.

En France, l'offre se concentre davantage sur les types de tuiles rustiques françaises et les tuiles canal.

**Prix indicatifs (hors antiquités, Hors Taxes) :**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci peuvent varier fortement selon les modèles et les fournisseurs.

- Modèles bon marché et courants : à partir de 8 €/m<sup>2</sup>
- Modèles contemporains : 15 - 25 €/m<sup>2</sup>
- Modèles rares : 35 - 40 €/m<sup>2</sup>
- Pièces accessoires : 15 - 25 €/pièce

**Substances dangereuses et précautions**

**Plomb :** Certaines anciennes tuiles étaient fabriquées à base d'engobe ou d'émail contenant du plomb.

Certaines tuiles ont également pu être contaminées par du plomb ou d'autres substances provenant des éléments de toiture associés.



*En savoir plus !*

*Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des tuiles en terre cuite - Fondation Bâtiment Énergie (FBE). Décembre 2020 (en français). <http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-facade-V5.pdf>*


**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données INIES (FR) – Donnée générique *	26.4	0.53
CTMNC – Déclaration Collective – Tuiles à emboîtement **	12.2	0.27
CTMNC – Déclaration Collective – Tuiles canal et tuiles plates ***	18.9	0.29
Base de donnée ICE (UK) – Clay Tile	24.0	0.48

\* Valeurs indicatives pour une masse surfacique estimée à 50 kg/m<sup>2</sup>

\*\* Valeurs indicatives pour une masse surfacique estimée à 45,4 kg/m<sup>2</sup>

\*\*\* Valeurs indicatives pour une masse surfacique estimée à 65,8 kg/m<sup>2</sup>

 Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de tuiles de terre cuite de réemploi permet de prévenir la production de ~1220 à ~2640 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de tuiles neuves (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~7320 à ~15 840 km effectué dans une petite voiture diesel.



Exemple de tuiles de toit en terre cuite réemployées (BE)  
© AGWA



Exemple de tuiles de toit en terre cuite réemployées (BE)  
© recupan.be



Exemple de tuiles de toit en terre cuite réemployées (BE)  
© deoudedakpan.be

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





**Description du matériau**

L'ardoise est une roche métamorphique de la famille des schistes. Elle est composée d'une structure de feuilletés horizontaux et de grains fins et durs. L'usage de ce matériau pour la construction est attesté depuis le 12<sup>ème</sup> siècle au moins. Ses propriétés en font en effet un matériau apprécié :

→ *Fissile*, l'ardoise a une bonne capacité à se fendre en feuilles fines et nettes, ce qui facilite leur façonnage en éléments de couverture (planimétrie et précision d'épaisseur).

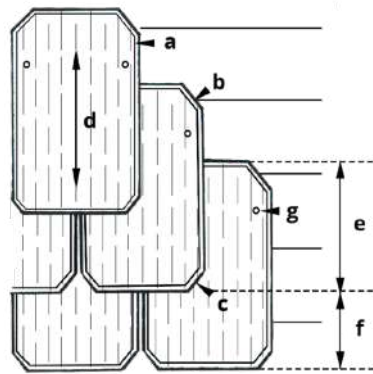
→ *Très faiblement poreuse*, elle est résistante au gel et aux altérations du temps.

→ « *Flexible* », elle peut être taillée et percée aisément.

L'ardoise naturelle est utilisée pour plusieurs usages dans la construction. On le retrouve le plus souvent en toiture et pour des bardages extérieurs - qui font l'objet de la présente fiche. Il n'est pas rare de la retrouver également déclinée sous forme de dallages de sol, de revêtements muraux intérieurs, de marches, etc. (ces usages ne sont pas abordés ici).

Les éléments de couverture en ardoise naturelle (appelés « ardoises » dans la suite du document) présentent en règle générale une excellente durabilité (durée de vie de référence de 100 ans, voire jusqu'à 300 ans pour des ardoises de qualité). Des artisans spécialisés sont en mesure d'en assurer un démontage soigné. En pratique, le potentiel de réemploi dépend d'aspects tels que la qualité d'origine des ardoises (absence de défauts naturels), la qualité de la mise en œuvre d'origine, le bon entretien et la résistance à des facteurs météorologiques et climatiques susceptibles d'altérer leurs propriétés.

Les entreprises spécialisées dans la récupération et la revente des ardoises sont fréquemment installées dans des régions qui possèdent (ou possédaient) une grande tradition d'exploitation de ce matériau : Pays de Galle, Ecosse, Ardennes, Anjou, Corrèze, etc. Des appellations spécifiques caractérisent certains modèles traditionnels (i.e. « 1ère



- a. Epaufrure = chanfrein ou biseau de taille, sur la face visible
- b. Épaulement = découpe des angles supérieurs
- c. Ecornement = découpe des angles inférieurs
- d. Longrain = direction des cristaux de schiste
- e. Recouvrement = partie recouverte de l'ardoise
- f. Pureau = partie visible d'une ardoise posée
- g. Trou de clou

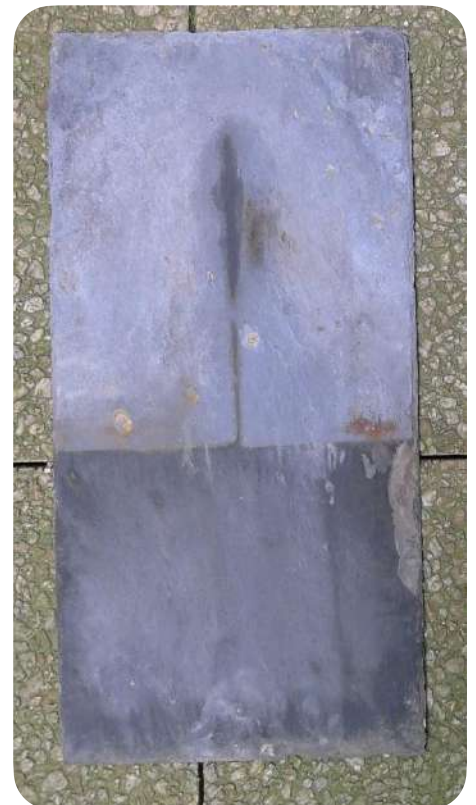
Anatomie d'une tuile en ardoise naturelle de réemploi. Modèle rectangulaire.

carrée », « cartelettes », « Princesses », « Duchesses », « Bangor Blue », etc.). On trouve également chez certains fournisseurs des modèles importés plus récemment d'Espagne, de Chine, du Canada ou du Brésil. De manière générale, les ardoises produites avant la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle sont généralement plus épaisses et d'aspect plus rugueux que les ardoises plus récentes. Dans tous les cas, elles ne doivent pas être confondues avec les ardoises artificielles (amiante-ciment, fibro-ciment, plastiques) ayant une durée de vie plus courte (30 ans) ou avec d'autres pierres de recouvrements (i.e. laves ou lauzes).

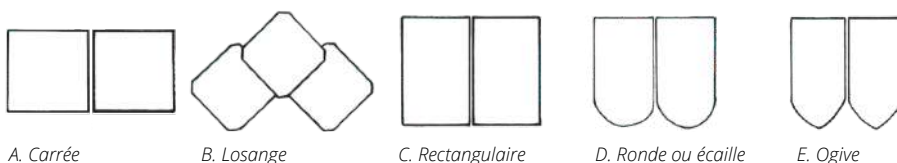
La pose ou la dépose soignée d'une toiture en ardoises naturelles requiert un savoir-faire spécifique. Ces travaux sont généralement confiés à des artisans professionnels et hautement qualifiés (couvreurs-ardoisiers).

→ *Formats*. Il existe une très grande variété de modèles et de formats, généralement associés à un producteur et/ou à une région d'origine ainsi qu'aux conditions climatiques et de mise en œuvre. La plupart des ardoises de réemploi sont de forme rectangulaire. Leurs dimensions varient généralement de 120/240 mm à 300/600 mm. On retrouve occasionnellement des formats carrés ou en losange, ainsi que quelques modèles particuliers en « écaille » ou en « ogive ». Selon les modèles, l'épaisseur varie généralement de 2,5 à 9 mm. Les lots d'ardoises de réemploi peuvent contenir des modèles de dimension homogène ou variables (lots mixtes).

→ *Couleurs*. Selon leur provenance, la teinte des ardoises varie fortement. Elles se déclinent du gris clair au noir en passant par des teintes orangées, rouges sombres, roses, des nuances de bleu, de violet et de vert. Suite à l'influence des facteurs extérieurs, une ardoise de réemploi peut présenter d'importantes différences de teinte entre le pureau (partie visible) et le recouvrement (partie recouverte). Celles-ci témoignent de la différence d'exposition aux éléments climatiques et aux intempéries. De manière générale, une homogénéité de teinte et de couleur au sein d'une même ardoise de réemploi caractérise un modèle plutôt récent, avec une faible teneur en carbonates et en inclusions minérales.



Variation de couleur et de teinte entre la partie protégée et la partie non protégée © [roofslates.com](http://roofslates.com)



Variations de formes des ardoises.



## Récupération du matériau

**La récupération des ardoises doit toujours se faire dans le respect des règles de sécurité applicables aux travaux de toiture et de préférence par un professionnel. Si les ardoises ne trouvent pas un nouvel usage directement sur site, elles peuvent être dirigées vers les filières professionnelles de réemploi. Il existe en effet des opérateurs susceptibles de récupérer des lots d'ardoises. Leur intérêt dépendra essentiellement du modèle, des quantités et de l'état général du lot.**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos, lors d'une visite sur place ou sur base de tests de démontage. Les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot :
  - Un examen global de la toiture fournit généralement une première indication sur le potentiel de réemploi des ardoises (âge, aspect général, pente, nombre d'ardoises cassées, pourcentage de réparations, présence de décolorations ou délaminations, etc.). Lorsque les ardoises sont posées sur liteaux (pose à crochets) et que la toiture n'est pas isolée, il est parfois possible d'observer les ardoises depuis l'intérieur du bâtiment. L'environnement influence aussi la durée de vie et la possibilité de réutiliser les ardoises (i.e. inclinaison de la toiture, pollution atmosphérique, présence d'arbres, isolation et ventilation de la sous-toiture, etc.). Par exemple, en Europe du Nord-Ouest, les toitures orientées à l'est et au sud présentent généralement des ardoises qui sont moins soumises aux facteurs météorologiques et qui sont mieux conservées que celles orientées orientées à l'ouest ou au nord. Un environnement industriel ou la proximité de la mer sont susceptibles d'affecter la qualité des ardoises de réemploi.
  - Un examen approfondi d'un échantillon d'ardoise permet d'apprécier leur état individuel (*voir critères de tri*) et d'extrapoler ses caractéristiques à l'ensemble du lot. Un contrôle de la résistance à la flexion et de l'absorption d'eau au moyen de tests appropriés peut également aider à confirmer le potentiel du lot.

*De manière générale, les ardoises naturelles ont tendance à devenir plus poreuses sous l'action des cycles répétés d'humidité et de température. Elles sont également sensibles à certaines formes de pollutions atmosphériques (acides). Sur le long terme, ceci peut résulter en une augmentation progressive de leur porosité, induisant une diminution de leur étanchéité à l'eau. La vitesse et l'intensité de cette baisse dépendent de plusieurs facteurs : épaisseur des ardoises, intensité et répétition des facteurs extérieurs mais également caractéristiques intrinsèques du matériau d'origine. À ce titre, le contenu en carbonate de calcium (calcite) et en fer (pyrite), lié au gisement d'origine des ardoises, jouent un rôle prépondérant dans les mécanismes affectant la porosité. Sous l'effet du carbonate, l'ardoise peut avoir tendance à blanchir et à se déliter avec le temps (délamination). Tandis que la pyrite, sous ses différentes formes, peut provoquer des désordres aux conséquences diverses (i.e. trainées de rouille, oxydation, perforations). Les ardoises de faible épaisseur et à forte teneur en calcite et pyrite ont donc tendance à se dégrader plus rapidement. Il convient de préciser que les détériorations affectent aussi bien les faces exposées que les faces protégées. Par conséquent, les ardoises naturelles détériorées ne peuvent généralement pas être retournées et réemployées. Les conditions initiales de mise en œuvre jouent également un rôle important sur la longévité des ardoises. Ainsi, une toiture fen pente forte aura tendance à limiter la rétention d'eau au niveau des ardoises. Une sous-toiture bien ventilée aura également un effet bénéfique sur la durée de vie des ardoises.*

- le mode de pose des éléments : la récupération des ardoises est facilitée dans le cas d'une pose au crochet. Pour une toiture en ardoises clouées, il conviendra de s'assurer qu'il n'y ait pas d'écaillage excessif au niveau des trous existants et que ces derniers soient adaptés à une pose ultérieure. S'ils sont trop larges, il faudra vérifier la possibilité de créer de nouveaux trous (distance minimale aux bords à respecter ~30 mm). Parfois, les ardoises ont déjà été réemployées plusieurs fois. À la longue, la présence des nombreux trous peut compliquer leur réemploi.
- l'intérêt commercial, selon le modèle de l'ardoise, la quantité, le potentiel de revente, les spécificités régionales, etc. ;
- les dispositions sécuritaires, telles que l'état de la charpente, la pente de toit, la configuration du bâtiment, etc. ;
- les dispositions logistiques : délai, temps de travail, manutention, transport, etc.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des ardoises et une certaine homogénéité des lots. L'utilisation d'une échelle de couvreur ou un échafaudage permet d'éviter de marcher sur les ardoises qui ne résisteraient pas au poids d'une personne. Les ardoises sont idéalement déposées à partir du haut de la toiture vers le bas, au moyen d'un outillage approprié au mode de fixation (pince, tenaille, marteau de couvreur, « slate ripper », etc.). Les ardoises posées au crochet sont aisément décrochées après torsion du crochet tandis que les ardoises posées au clou peuvent s'avérer plus délicates à ôter. Pour ces dernières, il est nécessaire d'extraire le clou en exerçant un bras de levier, tout en évitant de briser l'ardoise. Le type de clou est également un facteur dé-

terminant (les clous en fer sont plus difficiles que ceux en cuivre). Les fixations sont rarement récupérées. Dans certains cas, il est nécessaire de sacrifier la première et la dernière rangée d'ardoises pour faciliter la dépose.

Il est conseillé de procéder à un premier tri lors de la dépose, par exemple en séparant les ardoises d'origine de celles de « réparations ». Dans le cas d'ardoises posées à rangs de longueur variable (par exemple pose à pureau décroissant), il est conseillé de procéder au démontage rang par rang en regroupant les ardoises de longueur similaire.



« Slate ripper » (trad : « arracheur d'ardoise »)



Marteau de couvreur

*Pour les lots d'ardoises anciennes et de fine épaisseur, le pourcentage de perte peut être très important et atteindre les 80%, soit seulement 20% des ardoises récupérables au final (bords abîmés, coins cassés + casse lors de la dépose).*





→ **Tri.** Une fois descendues, les ardoises peuvent être triées directement sur site, ou expédiées en vrac chez un revendeur professionnel. Celui-ci effectuera alors un tri visuel et un classement rigoureux selon le modèle et les dimensions, l'aspect qualitatif, les détériorations éventuelles, la couleur, le degré d'encrassement, etc.

Parmi les facteurs susceptibles d'entraîner le déclassement des ardoises naturelles, on peut citer :

- Dégâts majeurs : brisures, fêlures, éclats et percements (autres que les anciens trous de clous).
- Dégradations de la couche superficielle : effritements, délaminations, nœuds saillants.
- Déformations affectant la planéité.
- Présence d'inclusions minérales ou métalliques traversantes.
- Présence d'efflorescences et de décolorations suspectes.
- Présence de nombreux trous de clous, ou de trous de dimension non adaptée ;
- Présence de substances dangereuses : plomb, etc.

→ **Opérations.** Les ardoises naturelles de réemploi sont généralement triées de façon qualitative (modèle, dimensions...). Si nécessaire, elles peuvent être nettoyées au moyen d'une brosse douce pour éliminer les mousses, algues et autres salissures. L'utilisation d'un nettoyeur à haute pression est à éviter car il pourrait endommager la couche superficielle et affecter l'étanchéité des ardoises. Certains revendeurs et couvreurs proposent également de retailler et de calibrer des ardoises selon le modèle souhaité. La réfection des trous de clous est également possible sous certaines conditions.

→ **Stockage.** Les tuiles d'ardoise naturelle sont idéalement stockées et empilées dans des palettes-box en prenant les précautions nécessaires pour limiter les risques de brisure (conditionnement sur la tranche, séparation des couches, serrage des éléments, etc.) et éviter l'accumulation d'eau.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, emballée, etc.).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

### Test auditif !

Pour vérifier si une ardoise est intacte, il est possible de la sonder en la tapotant légèrement avec un objet dur. Un son « sourd » indique une fracture interne ou une porosité élevée, un son « clair » signifie que l'ardoise est intacte.



Brisures, fêlures et éclats. © nachi.org



Inclusions minérales et traces de rouilles.



Ardoises d'« origine » et ardoises « de réparation ».



Inclusions minérales et traces de rouilles.  
© nachi.org



Efflorescences et délamination © nachi.org



Variation de teinte © toiture pro



Stockage d'ardoises de réemploi  
© slateprices.co.uk



Stockage d'ardoises de réemploi  
© hastingswhite.co.uk





## Applications et mise en œuvre

Les ardoises de réemploi s'utilisent principalement comme couvertures de toit ou en bardages extérieurs étanches, mais elles peuvent également être utilisées pour d'autres applications moins exigeantes en tant que bardage décoratif ou parement intérieur. En règle générale, le choix des ardoises doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § Caractéristiques et aptitude à l'usage) et des réglementations urbanistiques. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes nationales et européennes relatives au produit (e.a. EN 12326 : Ardoises et pierres pour toiture et bardage extérieur pour pose en discontinu) et aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre applicables.

La remise en œuvre d'un lot complet d'ardoises de réemploi en bon état diffère peu de celle des ardoises neuves. Pour autant qu'elles ne soient pas déjà trouées, elles se prêtent à la même diversité de modes de pose. Elles soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état de la charpente et de la sous-toiture, facteurs climatiques et météorologiques, recouvrement, pente minimale, système de fixation, étanchéité à l'air et à la vapeur, système de ventilation sous toiture, isolation thermique et acoustique, égouttage et collecte des eaux pluviales, coûts et délais de mise en œuvre, entretien spécifique, etc.

De manière générale, la charpente doit être dimensionnée de façon appropriée, étant donné le poids potentiellement plus élevé d'une couverture en ardoise. Une pente de toit minimum doit être respectée.

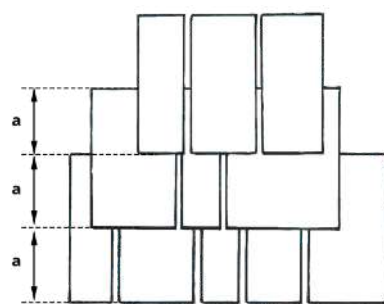
→ **Fixation.** Les ardoises naturelles de réemploi sont fixées au moyen de clous ou de crochets (galvanisés, cuivre ou inox). Celles qui présentent d'anciens trous de clous sont préférablement reposées au clou et les trous existants doivent être examinés pour s'assurer qu'ils sont en bon état et qu'ils peuvent être réutilisés. A défaut, de nouveaux trous peuvent être réalisés (distance minimale du bord : 30 mm, distance minimale par rapport aux anciens trous : 20-25 mm). La pose au crochet d'anciennes ardoises clouées est possible pour autant que l'étanchéité puisse être assurée (selon la dimension des ardoises, le positionnement des trous, la pente du toit, les conditions d'exposition, le recouvrement, etc.). La pose au clou se réalise sur



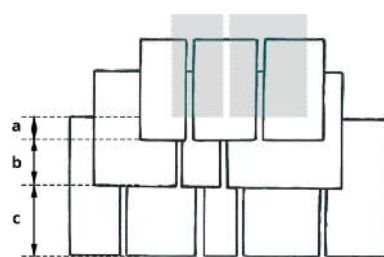
Pose au crochet, Caserne de Reuilly, Paris (FR)



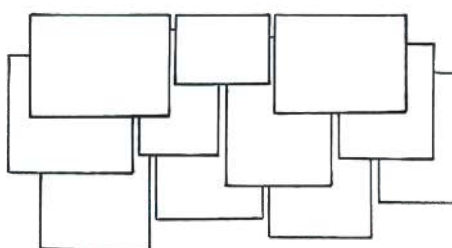
Pose au clou (source : Pixabay)



Pose brouillée : pureaux d'égale longueur, largeur des ardoises variable.



Pose brouillée : pureau de longueur décroissante, largeur des ardoises variables.



Pose « staggered butt » : utilisation d'ardoises de formats et de dimensions variables.

des voliges et est généralement moins rapide et plus chère que la pose au crochet, qui se fait sur des liteaux. La pose d'ardoise au niveau des ouvrages de toiture complexes (noues, arêtiers, faîtage, cheminées, lucarnes, etc.) requiert un excellent savoir-faire.

→ **Appareillage.** Selon l'usage (toiture ou bardage), la forme du toit, le type d'ardoises, l'ancienneté du bâtiment ou encore le budget disponible, il existe un grand nombre de types de poses et de façons de disposer les ardoises. Certains conviennent uniquement à des lots homogènes en dimensions et en épaisseur, tandis que d'autres s'accommodent d'une plus grande variabilité. Par exemple :

- La pose brouillée est idéale pour disposer des ardoises de largeur variable.
- La pose traditionnelle à pureau décroissant (i.e. les ardoises sont plus grandes en pied de pente et de plus en plus petites à mesure que l'on monte vers le faîtage) permet de travailler avec des ardoises de largeur et longueur variable (longueur identique par rangée).
- Aux États-Unis, la pose dite « staggered butt » autorise en toiture un mélange d'ardoises de largeur et de longueur variable ou en pose décalée.

Pour choisir un type de pose, il convient de définir la longueur du recouvrement nécessaire. Celui-ci dépend notamment de la pente de la toiture, de la région, de l'orientation, de la longueur d'écoulement d'eau et du mode de fixation. Des tables de recouvrement (voir *normes nationales de mise en œuvre*) permettent de déterminer cette valeur. De manière générale, la hauteur des ardoises doit être au moins égale à 3 fois la valeur du recouvrement. Dans certains cas, les ardoises peuvent être retaillées, mais cela implique un coût supplémentaire.

### Tip !

Les ardoises de réemploi ne disposent généralement pas de documentation technique, ni de guide spécifique de mise en œuvre. Il est donc conseillé de faire appel à un couvreur/ardoisier professionnel pour accompagner votre projet.



Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot.** Le lot doit être constitué d'ardoises compatibles avec le mode de pose retenu. Afin d'assurer une relative homogénéité de leurs caractéristiques, il est préférable de s'assurer que les ardoises proviennent de la même toiture d'origine.

→ **Complétude du lot.** Avant d'acheter un lot ou d'opter pour un réemploi sur site, il convient de s'assurer de la disponibilité des accessoires nécessaires (neufs ou de réemploi) et de leur compatibilité avec la remise en œuvre d'une couverture de toit en ardoises de réemploi ainsi que la disponibilité de lots (neufs ou de réemploi) pouvant compléter la surface à couvrir le cas échéant.

→ **Caractéristiques dimensionnelles.** Les dimensions nominales et l'épaisseur des ardoises doivent correspondre et satisfaire au mode de pose retenu. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par l'auteur de projet en fonction des contraintes de mise en œuvre. Il est important de remarquer que la plupart des fournisseurs professionnels d'ardoises naturelles de réemploi proposent des modèles « traditionnels », qui comportent des éléments de dimensions variables.

→ **Teinte et aspect.** Des variations de teinte et d'aspect sont possibles entre les ardoises d'un même lot. Dans le cas des ardoises de réemploi, ces variations peuvent être dues à la composition chimique, à la provenance et qualité des lots utilisés, à l'exposition d'origine, etc. Pour ces raisons, il est conseillé de mélanger les ardoises lors de la repose.

→ **État.** L'auteur de projet peut préciser l'état des ardoises tolérées. Par exemple, les ardoises de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que :

- des éclats et traces d'usure superficiels
- des bords légèrement ébréchés ou écornés
- de légères détériorations au niveau des trous de fixation
- des taches, des traces de moisissures ou de lichens, des efflorescences
- etc.

Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des ardoises, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § **Caractéristiques et apti-**

**tudes à l'usage**). Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables.

→ **Quantités.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5 à 10% lors de la livraison pour couvrir les risques de casse lors du transport et de la manutention ainsi que les pertes liées au processus de tri et de classement par le couvreur/ardoisier au moment de la mise en œuvre. Cette quantité peut varier considérablement en fonction du type et de la complexité du projet de couverture, et peut être particulièrement élevée et difficile à prévoir lorsqu'on utilise des ardoises de taille aléatoire. De manière générale, le principe de prévoir un surplus s'applique également dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Généralement, les matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (*pour plus d'information, consulter la fiche introductive*).

**Tip !**

*Il est recommandé d'acheter une quantité suffisante d'ardoises dès le départ. Chaque livraison d'ardoise de réemploi a une composition unique. Les ardoises d'une livraison ultérieure peuvent donc présenter des dimensions et teintes de couleurs différentes.*



*Pose clouée d'ardoise de réemploi, modèle épais, pose brouillée à pureau décroissant (FR) © Sarl Ritouet*



*Pose clouée d'ardoise de réemploi, modèle épais, pose brouillée à pureau décroissant (FR) © Sarl Ritouet*



*Ardoises réemployées en revêtement mural à l'intérieur, Hôtel Pasteur (FR), © Encore Heureux architectes*



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Les normes harmonisées européennes EN 12326-1 (spécifications produits) et -2 (essais) établissent les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage d'ardoises naturelles en toiture et bardage extérieur. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des ardoises de réemploi. De manière générale, l'expertise d'un professionnel peut s'avérer utile et nécessaire pour évaluer les performances d'un lot d'ardoises de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme</b>	<p>Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri des ardoises et au mode de pose envisagé lors du réemploi. Un examen visuel du lot, complété par des mesures simples, est souvent suffisant pour les estimer.</p> <p>Pour des lots d'ardoises homogènes destinés à une pose à géométrie fixe, il est conseillé de porter une attention particulière à ces caractéristiques. À titre de comparaison, une tolérance de l'ordre de <math>\pm 5</math> mm sur la longueur et la largeur des éléments est préconisée pour les ardoises neuves. Un contrôle de la planéité et de la rectitude des éléments est également conseillé. Toutefois, certains modes de poses (<i>voir § Applications et mise en œuvre</i>) permettent de travailler avec des ardoises aux dimensions plus hétérogènes.</p> <p>Le cas échéant, les ardoises naturelles peuvent éventuellement être retaillées.</p>
<b>Épaisseur</b>	<p>Afin de faciliter la pose, il est recommandé de travailler avec des lots d'ardoise naturelle de réemploi d'épaisseur homogène. Il est courant d'évaluer l'épaisseur moyenne des ardoises sur base d'un échantillon de 100 ardoises (« épaisseur empilée »). En pratique, il est conseillé que l'écart à la moyenne ne dépasse pas 25%.</p> <p>De manière générale, l'épaisseur individuelle minimale des ardoises neuves est déterminée à partir de valeurs tabulées selon les dimensions des ardoises, leur résistance à la flexion et les caractéristiques climatiques et constructives de la région de mise en œuvre (voir annexe B de la norme EN 12326-1). De plus, des facteurs d'ajustement doivent être appliqués selon la teneur en carbonate et la performance à l'exposition au soufre.</p> <p>Dans le cas d'ardoises de réemploi, on peut supposer que des lots qui ont vécu un premier usage conséquent, sans détérioration manifeste de leur état, sont correctement dimensionnés en épaisseur. Un examen visuel accompagné de mesures simples suffit alors à estimer cette caractéristique. La plupart du temps, il est recommandé de travailler avec des ardoises de réemploi d'épaisseur supérieure à 3,5 mm.</p> <p>La plupart du temps, les ardoises sont également triées selon leur épaisseur par les couvreurs professionnels au moment de la pose. Les ardoises plus épaisses sont posées en bas de versant, les moyennes au milieu et les plus fines en haut de versant.</p>
<b>Masse volumique</b>	Généralement comprise entre 2700 et 2900 kg/m <sup>3</sup> (à titre informatif).
<b>Structure</b>	Les ardoises présentant des fêlures, des cassures, des effritements sont écartées. Un test auditif peut être mis en place au moment de la remise en œuvre ( <i>voir encadré « Test auditif ! »</i> ). Cette caractéristique est donc liée au degré de tri des ardoises de réemploi. Un examen détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Qualité de la surface</b>	<p>Un examen visuel des ardoises permet de s'assurer de cette qualité. Les ardoises souffrant d'altérations telles que des fissures, des brisures, des inclusions colorées, des percements (autres que les anciens trous de clou), des effritements, des délaminations et des nœuds saillants doivent être rigoureusement écartés.</p> <p>Les griffures, éraflures et autres traces de frottement ne sont pas considérées comme des défauts dans la mesure où ils n'affectent pas les propriétés physiques et mécaniques des ardoises.</p>
<b>Absorption d'eau et résistance au gel</b>	<p>Pour garantir leur durabilité, les ardoises neuves doivent présenter une absorption d'eau inférieure à 0,6% (en masse). Pour les valeurs supérieures, un essai de gélivité est préconisé.</p> <p>Pour leur part, les ardoises de réemploi ont déjà subi des cycles de variation de l'humidité et de la température. Leurs propriétés physico-chimiques et leur sensibilité au gel sont susceptibles d'avoir évolué au cours du temps. S'il est relativement simple de constater des dégâts dus au gel (délaminations, effritements, etc.), il est généralement plus compliqué de déterminer avec précision quelles sont leurs performances précises en matière d'absorption d'eau et de résistance au gel. L'absence de dégâts notables constitue un indice suggérant une certaine qualité des ardoises mais seuls des essais plus poussés permettront de confirmer cette propriété. L'application originale des ardoises peut constituer un autre indice utile, en particulier si elles proviennent d'une région soumise à un climat rigoureux.</p>





Caractéristiques	Commentaires
<b>Teneur en carbonate</b>	Si la teneur en carbonates des ardoises est trop élevée (> 20 %), il est possible que celle-ci se mette à gonfler et à se déliter avec le temps. Ce phénomène est plus fréquent pour les ardoises d'origine italiennes et portugaises et peut être aggravé par la pollution ambiante. Des taches blanchâtres sont également susceptibles d'apparaître à la surface des ardoises. Il s'agit ici plus d'un problème esthétique puisque ces tâches n'affectent pas la durabilité de l'élément. L'examen visuel et le tri des ardoises de réemploi permettent généralement d'écarter les éléments problématiques. Un test spécifique en laboratoire peut également être envisagé.
<b>Oxydabilité</b>	<p>L'oxydation se produit suite à la présence de sulfures de fer inclus dans les ardoises. Elle se détecte par la présence d'un voile de couleur rouille-orangé. Les ardoises de réemploi sensibles à l'oxydation et ayant été soumises aux facteurs extérieurs présenteront généralement des traces de rouilles (pouvant aller jusqu'à perforation dans certains cas de pyrite traversante). Selon les cas, cette caractéristique peut affecter la totalité d'un lot ou seulement une partie des éléments. Un tri rigoureux permet généralement d'écarter les éléments problématiques. De manière générale, un examen visuel ou détaillé d'un lot est souvent suffisant pour estimer cette caractéristique.</p> <p>Pour les ardoises plus récentes, des tests à l'oxyde de soufre ou aux chocs thermiques permettent de mettre ce risque en évidence.</p>
<b>Comportement au dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	<p>La mesure de la réaction au dioxyde de soufre est recommandée dans les régions très polluées (pollution automobile, industrielle ou urbaine). Le SO<sub>2</sub> peut en effet entraîner un ramollissement de l'ardoise qui devra alors être choisie plus épaisse.</p> <p>Toutefois, suivant la zone géographique de l'installation d'origine, les ardoises de réemploi ont pu démontrer leur comportement au SO<sub>2</sub> durant leur précédent usage. Un examen détaillé du lot permet alors d'écarter les ardoises non-satisfaisantes. Dans le cas contraire, un test spécifique en laboratoire peut être envisagé.</p>
<b>Comportement au choc thermique</b>	L'auteur de projet veillera à ce que le comportement des ardoises au choc thermique soit en adéquation avec le type de pose et l'usage projeté. De manière générale, selon leur zone géographique d'origine, les ardoises de réemploi ont pu démontrer leur comportement aux chocs thermiques durant leur usage précédent. Un tri rigoureux et un examen visuel permet d'écarter les ardoises sensibles à ce paramètre. Un test spécifique en laboratoire peut également être envisagé.
<b>Résistance à la rupture par flexion</b>	<p>Cette caractéristique est à considérer au regard de la zone climatique (vents importants, chutes de neiges, etc.) et de la configuration de la toiture (orientation, pente, etc.).</p> <p>Elle varie entre 30 et 70 N/mm<sup>2</sup>. Le niveau de performance permet de déterminer l'épaisseur minimale des ardoises, en fonction de la longueur des éléments (valeurs tabulées, voir caractéristique « épaisseur »).</p> <p>De manière générale, on peut supposer que les ardoises de réemploi, ayant vécu leur premier usage sans détérioration manifeste sont correctement dimensionnées au regard de leur performance de résistance à la flexion. Un examen visuel ou détaillé du lot suffit alors à estimer cette caractéristique.</p>
<b>Performance vis-à-vis d'un incendie extérieur</b>	Conformément à la décision 2001/671/CE de la Commission européenne, les ardoises appartiennent à la classe BROOF (t1) sans essai complémentaire, sous réserve de la conception et de l'exécution appropriée de la toiture.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les ardoises sont classées comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 sans essai préalable.
<b>Toxicité</b>	Les ardoises ne doivent pas être contaminées par de l'amiante ou du plomb (visible sous forme de traces grisées) provenant d'éléments externes. Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri des ardoises de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot par un professionnel est souvent suffisant pour l'estimer.

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance mécanique, la résistance au gel ou l'imperméabilité pourront être mesurés et quantifiés à l'aide de tests effectués par des laboratoires agréés.



**Disponibilité**

Les ardoises de réemploi sont présentes en relativement grandes quantités sur le marché du réemploi, selon les modèles et la région géographique. Les lots de modèles les plus courants peuvent atteindre quelques centaines de m<sup>2</sup>. C'est au Royaume-Uni que le marché est le plus développé. Certains fournisseurs professionnels y proposent des lots de plus de 15.000 pièces.

Les modèles les plus rares et certains éléments décoratifs sont essentiellement vendus pour les réparations ou la rénovation de toiture. Certains fournisseurs sont également distributeurs d'ardoises et accessoires neufs.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon les modèles et leurs dimensions, la qualité des lots, leur rareté et les fournisseurs. Les ardoises de réemploi peuvent être vendues par unité, par mètre carré ou à la tonne.

- Modèles courants pour couverture étanche : 0,5 à 2 € par ardoise ; 30 à 50 €/m<sup>2</sup>
- Modèles rares : jusqu'à 4,5€ par ardoise ; 50 - 150 €/m<sup>2</sup>

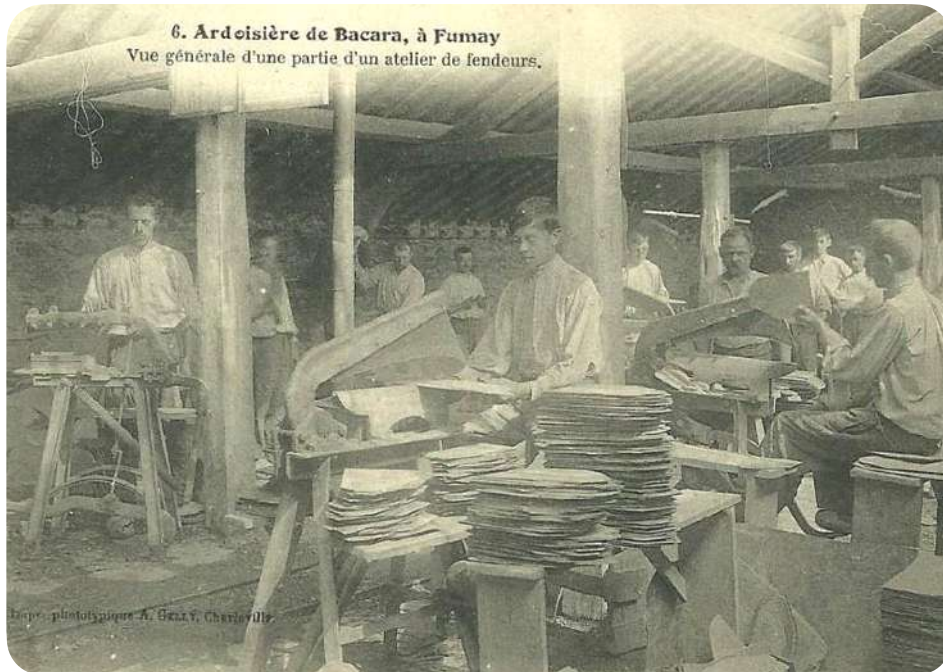
Les modèles plus grands sont plus chers, mais leur mise en œuvre est plus rapide.

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)



6. Ardoisière de Bacara, à Fumay  
Vue générale d'une partie d'un atelier de fendeurs.

Atelier de fabrication d'éléments de couverture en ardoise au début du 20<sup>ème</sup> siècle, Ardoisières de Baccara, Fumay (FR).

**Le saviez-vous ?**

Extrait des « Travaux de l'Académie impériale de Reims » (Académie nationale de Reims, 1869)

[...] L'ardoise exige six opérations : 1° le quer-nage, par lequel on divise le faix en spartons plus petits ; 2° l'amoïnage ou le partage des spartons en éclats de dix à douze millimètres ; 3° le fendage de chaque éclat en deux autres et de chacun de ceux-ci en deux feuillets ; 4° on raye le feuillet au poinçon et on le casse sur le bequillon ; 5° on dresse au rebattret la face de chaque ardoise ; 6° enfin on la fait passer au métier qui la coupe suivant l'échantillon. [...] Les outils de l'ouvrier sont très simples, et il est merveilleux de voir comment, avec si peu, l'ardoisier peut accomplir sa tâche. Aussi n'est pas escaillon qui veut ; il faut une aptitude spéciale, de la sagacité, de la force et une adresse supérieure à la force. [...]

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>
Base de données INIES (FR) – Donnée générique *	9,82
CTMNC – Déclaration Collective **	3,59

\* Valeur indicative pour assurer la couverture en ardoise de 1 m<sup>2</sup> de toiture sur une épaisseur de 4 mm en assurant l'étanchéité pendant une durée de vie de référence de 100 ans.



\*\* Valeur indicative pour couvrir 1m<sup>2</sup> de couverture avec des Ardoises Naturelles CUPA d'épaisseur 4,5 mm et dimensions 32x22 cm (utilisées comme couverture), installées à l'extérieur sur toiture, pendant une durée de vie de 100 ans.



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> d'ardoises naturelles de réemploi permet de prévenir la production de ~359 à ~982 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à l'extraction et à la fabrication d'ardoises neuves (phase de production uniquement). À titre de comparaison, cette quantité de gaz à effet de serre épargnée correspond aux émissions émises par une petite voiture diesel lors d'un trajet de ~2 150 à ~5 900 km.



**Substances dangereuses et précautions**

	<p>Certaines ardoises peuvent avoir été contaminées par du <i>plomb</i> ou d'autres substances provenant des éléments de toiture associés. Il convient d'y être vigilant en cas d'application intérieure ou susceptible d'entrer en contact avec les personnes. En cas de doute, le diagnostic peut s'effectuer soit grâce à un kit-test pour le plomb disponible dans le commerce, soit en envoyant un échantillon en laboratoire, soit en faisant effectuer ce test par un professionnel.</p>
	<p>A partir de la seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, de grandes quantités d'ardoises artificielles ont été fabriquées à partir de fibre-ciment <i>amiantée</i>. Il n'est pas rare de rencontrer ce type d'ardoises au niveau des réparations de couvertures en ardoises naturelles. En cas de doute, il est recommandé d'écarter les ardoises douteuses et de les traiter comme déchets dangereux. Généralement, les ardoises artificielles sont facilement reconnaissables à l'œil nu (absence d'épaufrure et bord lisse, aspect régulier, fibres visibles, présence d'inscriptions, etc.). Un diagnostic en laboratoire est également possible.</p>



Toiture et bardage en ardoises de réemploi, projet Ty Pren (UK), Feilden Fowles architects © David Grandorge



Ardoise de réemploi © thereclaimedcompany.co.uk



Ardoise de réemploi et remise en oeuvre en toiture, © thereclaimedcompany.co.uk



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

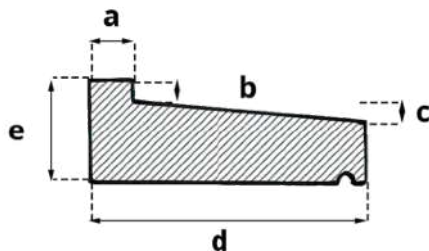


**Description du matériau**

Par définition, les seuils ou appuis en pierre naturelle sont des éléments de construction qui forment la partie inférieure des ouvertures afin de faciliter l'écoulement des eaux, prévenir les infiltrations et limiter l'encrassement des maçonneries.

A l'instar d'autres matériaux en pierre naturelle, les seuils sont de bons candidats au réemploi : ils sont résistants, présentent de belles finitions et se prêtent bien à des transformations diverses. On les retrouve couramment sur le marché du réemploi, dans une multitude de variantes reflétant souvent des spécificités régionales (pierre bleue en Belgique, pierre de Bourgogne dans le centre de la France, diverses sortes de grès au Royaume-Uni, etc.).

La présente fiche se focalise sur l'usage des seuils en pierre naturelle en tant que seuils de portes ou de fenêtres. En pratique, les seuils de fenêtre sont plus souvent réemployés que les seuils de portes. Ces derniers s'avèrent parfois plus compliqués à démonter et peuvent présenter des traces d'usure plus marquées.



- a. Largeur du talon
- b. Hauteur du talon
- c. Hauteur de pente
- d. Largeur du seuil
- e. Épaisseur du seuil

Figure 2. Vue en coupe d'un seuil de fenêtre en pierre naturelle.

La forme des seuils résulte d'un ensemble de contraintes :

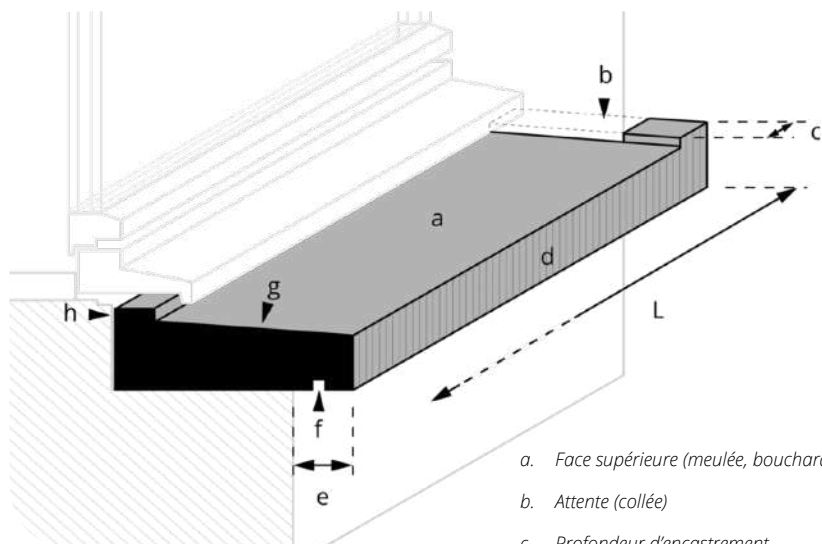
- **Assurer l'étanchéité et permettre l'écoulement des eaux.** La saillie par rapport au plan de façade, la présence d'un larmier (casse-goutte), le dénivelé de la surface supérieure ou encore la présence d'une rehausse (talon, rejingot), éventuellement prolongée latéralement (attente) sont autant de dispositifs pour prévenir les infiltrations (Figure 1).

- **Assurer la solidité de l'ouvrage.** Les seuils sont généralement posés sur un lit de mortier. Pour éviter qu'ils ne basculent, ils sont encastrés latéralement dans la maçonnerie sur une profondeur d'au moins 5 cm.

Le marché du réemploi présente une grande diversité de modèles de seuils. Plusieurs critères permettent de les distinguer :

→ **Nature géologique.** De nombreux types de roches ont été utilisés pour la fabrication des seuils. Parmi les plus courantes sur le marché du réemploi, on retrouve des granits, des grès et de la pierre calcaire (pierre bleue ou pierre blanche), dans toutes leurs variations locales.

→ **Dimensions.** Le plus souvent les seuils de réemploi possèdent des largeurs comprises entre 20 et 40 cm, des épaisseurs comprises entre 4 et 20 cm et des longueurs variables. Contrairement aux seuils neufs actuels, qui sont souvent divisés en deux parties au-delà de 155 cm de longueur, on trouve des seuils de réemploi pouvant atteindre 2 m (Figure 2).



- a. Face supérieure (meulée, bouchardée, adoucie...)
- b. Attente (collée)
- c. Profondeur d'encastrement
- d. Face avant (ciselée, meulée, ...)
- e. Débord du plan de façade
- f. Larmier ou casse-goutte
- g. Pente d'écoulement
- h. Talon ou rejingot

Figure 1. Géométrie d'un seuil de fenêtre en pierre naturelle.



Seuil de porte en pierre bleue (pierre calcaire)



Seuil de fenêtre en pierre bleue (pierre calcaire)



## Seuil en pierre naturelle

→ **Profils.** Différents profils de seuils peuvent se rencontrer (figure 3). Les seuils qui ne se situent pas au même niveau que le sol présentent généralement un dénivelé pour faciliter l'écoulement. Pour cela, ils peuvent avoir un profil en pente (figures 3b, 3d et 3e) ou être posés de manière inclinée (figures 3a, 3c et 3f).

→ **Aspect.** La diversité des roches se traduit par une large palette de coloris : gris, beige, ocre, brun, rose, bronze, etc. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les incrustations de la pierre : veines, grains, strates, flammes, taches, etc.

Outre l'aspect original de la roche, les seuils peuvent porter les marques de leur mode de découpe (clivage, sciage) et de leur finition d'origine (meulage, ponçage, adoucissage, ciselage, bouchardage, flammage, etc.). Au fil du temps, leur aspect varie aussi selon les sollicitations d'usage : adoucissement, polissage de la face visible, traces de peinture, de mortier, développement d'organismes (mousses, lichens...), etc.

Lorsqu'un ré-usinage des seuils de réemploi est envisagé (sciage, surfacage, fraisage, etc.), celui-ci modifiera généralement l'aspect des faces visibles.

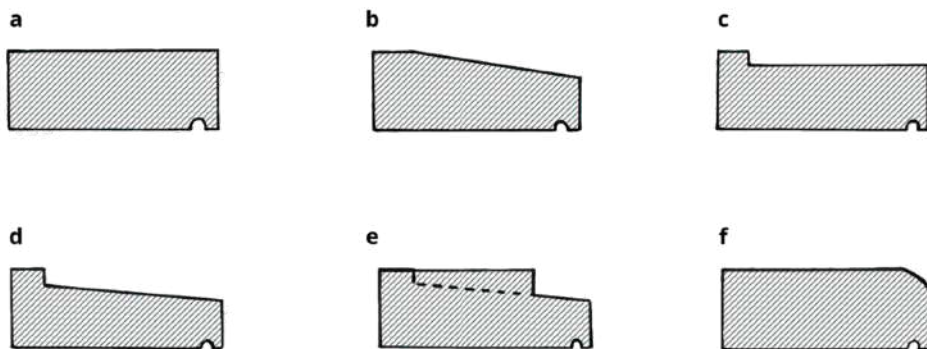


Figure 3. a. Seuil plat classique avec larmier (pose inclinée)  
b. Seuil ravalé en continu avec pente et larmier et plat à l'arrière du seuil  
c. Seuil ravalé à plat avec larmier et talon (pose inclinée)  
d. Seuil ravalé en continu avec larmier et talon  
e. Seuil ravalé avec larmier et talon et assises latérales  
f. Seuil plat avec nez arrondi (pose inclinée)



Seuil de fenêtre en granit  
© Stone of New England



Seuil de fenêtre en grès  
© Cawarden Reclaim



Seuil plat en pierre bleue (calcaire)  
© Het arduinen hoekje



Restes de peinture blanche  
© valleyreclamation.co.uk



Développement d'organismes  
© valleyreclamation.co.uk



Traces de mortier  
© valleyreclamation.co.uk





## Seuil en pierre naturelle

### Récupération du matériau

**Les seuils en pierre naturelle sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ceux-ci peuvent également assurer la fourniture de lots de seuils prêts à la pose. Ils sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Pour les seuils, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats et dimensions, nature du lit de pose, caractéristiques des joints, etc.
- l'intérêt commercial, selon l'époque, le style, la pierre, l'état, la quantité en place, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, maintenance, transport, etc.

Afin de déterminer avec plus de certitude le potentiel de réemploi des seuils, un test de démontage et de nettoyage peut être effectué sur un élément.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux des seuils doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Une fois le châssis ou la porte enlevée, les seuils sont d'abord désolidarisés de la maçonnerie à l'aide d'un outillage adéquat (marteau piqueur, burin pneumatique, etc.) avant d'être poussés hors de leur encoche. Les seuils peuvent être lourds du fait de leur dimension et de la densité de la pierre (> 2,5 t/m<sup>3</sup>). Ils peuvent aussi être fragiles notamment si des sillons ou veines blanches sont présentes en surface de la pierre. En cas de fêlure ou de casse, ils perdent fortement de leur valeur. Il convient donc de s'équiper de moyens adaptés ou de faire appel à un professionnel. La dépose peut aussi impliquer de prendre les dispositions nécessaires pour le travail en hauteur.

→ **Nettoyage et tri**. Les seuils récupérés sont ensuite triés par qualités, couleurs et dimensions. Un nettoyage à la brosse et à l'eau permet d'enlever les résidus de couche de pose, produits de jointoiement et autres

éléments qui pourraient y adhérer. Un grattage à l'aide d'une lame adaptée permet d'enlever les résidus de mortier et joints mastics. Il existe des produits pour réparer les petites fissures et cassures (e.a. mortier minéral, greffes de pierre, etc.). Ceux-ci peuvent être envisagés pour restaurer des seuils abîmés.

→ **Opérations**. Certains seuils peuvent être réemployés tels quels après un nettoyage sommaire. D'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires telles que :

- **Sciage** : pour obtenir des faces latérales plates et verticales ou pour homogénéiser les dimensions des seuils.
- **Taille et usinage** : pour reprendre et corriger le profil des seuils et des arêtes.
- **Finition** : pour homogénéiser l'aspect de la pierre ou lui conférer un aspect rugueux sur les parties visibles. Plusieurs techniques sont possibles selon la nature de la pierre et les performances attendues : meulage, ponçage, adoucissage, ciselage, bouchardage, flammage, etc. Un vocabulaire spécifique détermine le type de finition selon le type de roche.

Ces différentes opérations peuvent être réalisées par des revendeurs spécialisés au sein de leurs installations. Elles peuvent également être envisagées sur site si la logistique du chantier le permet.

→ **Stockage et conditionnement**. Les seuils sont généralement stockés à l'extérieur, conditionnés et sanglés sur palettes. Ils sont disposés horizontalement. Idéalement, ils sont séparés par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Le bois de calage/séparation ne doit pas être traité, être bien sec et ne pas contenir de tanins susceptibles de tacher les pierres. Les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments. Des moyens de transport et de levage appropriés sont également à prévoir.

Les seuils en pierre naturelle de réemploi sont généralement vendus par lot où à la pièce. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir des indications sur leurs caractéristiques principales : type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues et, dans certains cas, leur provenance.



Dégagement du haut, du côté et du bas du seuil  
© CDR Construction



Stockage sur palette empilée  
© valleyreclamation.co.uk



Stockage sur palette sanglée



## Applications et mise en œuvre

**Les seuils de réemploi peuvent être réemployés dans leur fonction d'origine ou être réutilisés pour d'autres applications telles que du revêtement de sol extérieur, des marches d'escalier, du mobilier urbain ou extérieur, etc.**

La majorité des points d'attention liés à la mise en œuvre des seuils en pierre de réemploi dans un usage identique sont semblables à ceux des seuils neufs - notamment, et de façon non exhaustive : nature et dimensions des seuils, nature de la couche de pose, type de jointoiement, profil du seuil et dénivelé, dimension du talon, présence de larmier, détails constructifs, isolation thermique, etc.

Il appartient aux auteurs de projet de se reposer sur les réglementations en vigueur, les règles de l'art et les normes nationales et européennes relatives aux produits en pierre naturelles. Par ailleurs, des prescriptions adéquates de mise en œuvre doivent être spécifiées pour couvrir les diverses applications possibles des seuils de réemploi.

De manière générale, la recherche d'un lot avec des caractéristiques très précises peut s'avérer compliquée. Il est souvent préférable d'identifier un lot de seuils de réemploi bruts et d'envisager des opérations de traitement complémentaires. L'expertise des professionnels peut être précieuse à cet égard.

Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de seuils de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot est constitué de seuils en pierre de réemploi de même type (même profil), même nature géologique (grès, granite, calcaire, pierre bleue, calcaire blanc) voire d'une même origine d'usage (zone géographique régulièrement soumise au gel, etc.). Cependant, l'auteur de projet peut choisir de combiner différents lots de pierre (formats, type de pierre, origines d'usage, etc.) et les répartir de façon organisée dans le bâtiment (par exemple, en prévoyant un lot homogène de seuils par façade).

→ **Dimensions.** Le lot identifié devra correspondre aux contraintes du projet. De manière générale, les dimensions doivent être homogènes en largeur et en épaisseur. Pour limiter les coûts et favoriser l'identification

d'un lot, il est préférable d'être assez souple sur les dimensions en définissant uniquement les intervalles de largeur, longueur et épaisseur satisfaisants les contraintes du projet (largeur permettant un débord, intervalle d'épaisseur, etc.). Il est également possible de constituer un long seuil à partir d'éléments homogènes de plus petite taille. Si nécessaire, il est également possible d'exiger des caractéristiques dimensionnelles plus précises ainsi que des tolérances dimensionnelles plus strictes. Ceci peut avoir pour conséquence d'entraîner une transformation plus lourde du matériau (sciage, réusinage).

→ **Profil.** Idem. Si nécessaire, il convient de préciser le profil attendu (voir figure 3), la forme des arêtes (sciées droites, chanfreinées, arrondies, etc.), le degré d'inclinaison et les dimensions du larmier. Ces caractéristiques pourront être prescrites de manière ouverte (par exemple, hauteur du talon > 10 mm, dénivelé > 5%, etc.) ou définies de manière plus précise.

→ **Texture et finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, il peut être utile de préciser l'aspect des faces supérieures (scié, meulé, adouci, bouchardé, flammé, etc.) et des faces vues (poncé, adouci, meulé, ciselé).

→ **Teinte.** Par nature, les pierres naturelles présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis.

→ **Etat.** Outre des traces de résidus de mortier, de peinture et de bitume, les seuils de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures légères, des cratères, des écailllements légers, des tâches, des restes de mousse, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des seuils, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »). Selon la nature de la roche, d'autres aspects peuvent être considérés comme des imperfections majeures. Par exemple, certaines roches calcaires (i.e. pierre bleue) peuvent présenter des joints stylolythiques susceptibles de fragiliser la pierre. Dans une large mesure, la documentation technique existante permet d'apprécier ces divers aspects au cas par cas. Des professionnels

peuvent également être consultés. Il appartient au prescripteur de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables (par exemple : éclats, fissures et écaillages < x cm<sup>2</sup> tolérés sur les faces visibles, coins et bords cassés tolérés sur les parties non visibles, etc.).



Joint stylolythiques

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

### Astuce conception !

En cas de réemploi sur site, il convient de vérifier les points suivants :

- certains seuils seront probablement cassés lors du démontage. Des seuils sur le marché du réemploi pourront éventuellement venir compléter le lot présent sur site.
- lors d'une rénovation, en cas d'isolation par l'extérieur, les seuils existants pourraient s'avérer ne plus être suffisamment larges et de ce fait ne pas pouvoir être réemployés au même endroit.

### Le saviez-vous ?

Certains revendeurs d'éléments en pierre proposent également des gammes de produits neufs, dont certains sont artificiellement vieillissés pour leur donner l'apparence d'un produit de réemploi. En cas de doute, renseignez-vous sur la provenance des matériaux, afin de vous assurer de leur origine réemployée.



### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

En connaissant la famille ou le type de pierre en présence, il est généralement possible de retrouver ses caractéristiques générales. Ces indications sont précieuses pour étudier la compatibilité de la pierre de réemploi à l'usage envisagé.

Voir par exemple : [www.febnat.be](http://www.febnat.be) ; [www.stonenaturelle.fr](http://www.stonenaturelle.fr) ; [www.pierreetisol.com](http://www.pierreetisol.com) ; [www.cstc.be](http://www.cstc.be) ; etc.

A titre indicatif, le tableau suivant (*Tableau 1*) reprend quelques-unes des performances connues de quelques familles de roches constitutives de seuils fréquemment réemployées. Il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de seuils de la même roche peuvent présenter des performances assez différentes.

Par ailleurs, il n'existe pas de norme harmonisée européenne spécifique aux seuils en pierre mais plusieurs normes et méthodes d'essai permettent de déterminer les propriétés relatives aux pierres naturelles (EN 12407 - Examen pétrographique, EN 1936 - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale, EN 12371 - Détermination de la résistance au gel, etc.). Bien que relatifs aux matériaux neufs, ces documents peuvent s'avérer utiles pour déterminer les caractéristiques pertinentes (selon le projet) liées au réemploi des seuils en pierre naturelle (*Tableau 2*).

*Tableau 1 : Caractéristiques techniques des pierres les plus courantes utilisées pour la fabrication de seuils*

	Masse volumique apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	peu poreux (0,5 à 10%)	bon à très bon
<b>Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)</b>	< 2500	poreux (5 à 50 %)	bon
<b>Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)</b>	> 2500	peu poreux (0,2 à 5%)	bon
<b>Granite</b>	2500 - 3000	très peu poreux (0,2 à 2%)	très bon

*Tableau 2 : Caractéristiques à évaluer en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des seuils en pierre naturelle de réemploi*

Caractéristiques	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	Les seuils de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives, etc.). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement de seuils d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de seuils de réemploi est difficile à attester avec certitude. En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les seuils ont été démontés. Par exemple, des seuils intacts et démontés dans une région soumise à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur l'usage d'origine ou la région d'où proviennent les seuils.
<b>Caractéristiques géométriques</b>	Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri des seuils de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le matériau. Dans le cas de seuils destinés à être réusinés ou retaillés, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, etc.) au regard du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage. Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité, de rectitude, de dimensions du larmier et de degré de pente souhaitée.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse.  La porosité ouverte d'une pierre [% en volume] correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement sa gélivité (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau).  Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique relative aux pierres naturelles ( <i>voir Tableau 1</i> ). Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité tel que défini par la norme d'essai EN 1936.





Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)</b>	Pour une application extérieure, les éléments en pierre naturelle doivent pouvoir résister au gel/dégel sans que leur aspect ni leurs caractéristiques mécaniques ne soient affectés. La provenance et l'état d'un lot de seuils de réemploi peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de seuils anciens posés en extérieur sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance (EN 12371). Il importe donc de se renseigner sur l'origine géographique du lot pour s'assurer des conditions climatiques d'origine (par exemple, un lot provenant d'un climat continental au nord de l'Europe conviendra vraisemblablement à une application dans le climat méditerranéen du sud de la France). De manière générale, les seuils les moins résistants qui ont subi des dégâts dus au gel auront été vraisemblablement écartés lors des étapes de tri et de nettoyage.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la Décision de la Commission 96/603/CE, les pierres naturelles sont considérées comme appartenant à la classe A1 de réaction au feu (voir EN 12058 pour les exceptions). Attention toutefois à l'utilisation de mastics de rebouchage, qui peuvent avoir une incidence sur cette performance.
<b>Sensibilité au tachage</b>	<p>Pour évaluer cette caractéristique, on différencie le tachage interne causé par la réaction de certains constituants de la pierre (minéraux métalliques ou matériaux organiques présents dans la pierre), du tachage accidentel causé par un contact avec un produit potentiellement tachant pour la pierre.</p> <p>Le tachage interne relève avant tout d'un souci esthétique du matériau et il convient donc au prescripteur de définir les caractéristiques acceptables au regard de l'usage projeté.</p> <p>La sensibilité au tachage est également directement liée à la valeur de porosité de la pierre. Plus la porosité est élevée, plus la pierre absorbe facilement les liquides (et donc la pollution) et plus elle est sensible au tachage. Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des seuils de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Des traitements de surface spécifiques peuvent également être préconisés pour améliorer cette performance.</p>



*Inspiration réemploi. Seuil de châssis coulissant composé de deux anciens seuils de fenêtres coupés à dimension et taillés pour réaliser une ventilation de la cave (trou au centre) © Sophie Boone*



## Seuil en pierre naturelle

### Disponibilité

Les fournisseurs professionnels de matériaux pierreux de réemploi possèdent généralement des seuils en pierre. Les quantités rencontrées sont souvent relativement faibles (<10 éléments) et conviennent donc essentiellement à de petits projets. Pour des quantités plus importantes, il faudra vérifier les stocks auprès des fournisseurs suffisamment en avance. Étant généralement bien outillés pour travailler la pierre, ils peuvent aussi proposer de réaliser des seuils en pierre à base d'autres éléments de réemploi (couvre-mur, linteau, marche, etc.). Certains éléments et certaines pierres sont fortement recherchés et circulent ainsi au-delà de leur région d'origine. Par exemple, la pierre bleue de Belgique est très prisée aux Pays-Bas et la pierre de Bourgogne se rencontre aussi sur les marchés belge et anglais.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Le prix d'un seuil dépend de la disponibilité du format, de l'épaisseur et du type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé.

- Seuils de dimensions classiques (entre 1m et 1,5m) : ~ 40 - 70 €/mètre linéaire
- Seuils de grande longueur (>1,5m) : ~ 75 - 120 €/mètre linéaire
- Découpe de la pierre : ~ 40 €/h

### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

### Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)

Base de données INIES (FR) - Donnée générique - Seuil de porte en pierre naturelle \*

kg CO<sub>2</sub> eq./m linéaire

51,7

\* Valeur indicative pour un seuil de porte en pierre naturelle de 1 mètre linéaire (35 cm de profondeur) pendant une durée de vie de référence de 100 ans.



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 10 mètres linéaires de seuils en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~517 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de seuils neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~ 3 100 km effectué dans une petite voiture diesel.



Réemploi sur site de seuils en pierres bleues, reconversion des anciennes brasseries Belle-Vue, Bruxelles (BE), © François Lichtlé, L'Escout Architectures. <https://opalis.eu/fr/projets/reconversion-des-anciennes-brasseries-belle-vue>



Manuel illustré pour le démontage des châssis et seuils de fenêtres: <https://reuse.brussels/pdf/chassis-et-seuils-de-fenetre.pdf>

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





**Description du matériau**

Des éléments en pierre naturelle sont souvent utilisés pour recouvrir le sommet des murs (acrotère, pignon, murs de séparation) pour les protéger de la pluie et de l'humidité. À l'instar d'autres matériaux en pierre naturelle, les couvre-murs (également appelés « couvertines ») présentent de bonnes aptitudes pour le réemploi : ils sont résistants, présentent de belles finitions et se prêtent bien à des transformations diverses. On les retrouve couramment sur le marché du réemploi, dans une multitude de modèles qui reflètent souvent des spécificités régionales historiques (e.a. la pierre bleue en Belgique, la pierre de Bourgogne dans le centre de la France, les grès au Royaume-Uni).

Plusieurs critères permettent de les distinguer :

→ **Nature géologique.** De nombreux types de roches ont été utilisés pour la fabrication des couvre-murs. Parmi les plus courantes sur le marché du réemploi, on retrouve le granite, le grès, la pierre calcaire (pierre bleue ou pierre blanche) ou encore l'ardoise, dans toutes leurs variations locales.

→ **Formats et dimensions.** Le plus souvent, les couvre-murs de réemploi possèdent des largeurs comprises entre 25 et 60 cm, des épaisseurs comprises entre 4 et 20 cm et des longueurs variables. La longueur maximale des couvre-murs neufs est généralement de 155 cm. À côté des éléments linéaires, on retrouve aussi des pièces spécifiques pour les angles, les extrémités, etc.

→ **Profils.** Différents profils de couvre-murs peuvent se rencontrer. Leur principale fonction étant d'assurer l'écoulement des eaux de pluie, ils sont généralement (mais pas toujours !) inclinés. Leur pente peut être unilatérale ou bilatérale suivant la direction d'écoulement souhaitée. Généralement, les couvre-murs en pierre naturelle débordent de l'épaisseur du mur (≈ 5 cm de part et d'autre) et comportent un larmier (casse-goutte) pour écarter les eaux de ruissellement (Figure 1).

→ **Fixation.** Les couvre-murs sont généralement posés à plein bain de mortier (avec ou sans adjonction d'adjuvants) sans emboîtement ni chevauchement.



- 1. Larmier ou casse-goutte
- 2. Débord
- 3. Face supérieure inclinée

Figure 1. Profil d'un couvre-mur en pierre naturelle standardisé



Couvre-mur à profil plat  
© Architectural salvage



Couvre-mur à surface inclinée  
© Willmow Reclamation & salvage



Couvre-mur à surface doublement inclinée  
© Rotor DC



Couvre-mur en chapeau  
© Olde School architectural antiques



Profil en demi sphère (pierre jaune Brionnaise)  
© Antic-Mat



Profil en « chapeau de gendarme »  
© Willmow Reclamation & salvage



→ *Aspect*. La diversité des roches se traduit par une large palette de coloris, y compris au sein d'une même famille : gris, beige, ocre, brun, rose, bronze, etc. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les incrustations de la pierre : veines, grains, strates, flammes, taches, etc.

Outre l'aspect original de la roche, les couvre-murs peuvent porter les marques de leur mode de découpe (clivage, sciage) et de leur finition d'origine (meulage, ponçage, adoucissage, ciselage, bouchardage, flammage, etc). Au fil du temps, leur aspect varie aussi selon les sollicitations d'usage : adoucissement, polissage de la face visible, traces de peinture, de mortier, développement d'organismes (mousses, lichens...), etc.

Lorsqu'un ré-usinage des couvre-murs de réemploi est envisagé (sciage, surfaçage, fraisage, etc.), celui-ci modifiera généralement l'aspect des faces visibles.



Couvre-murs de réemploi en grès rouge  
© [Willmow Reclamation & salvage](#)



Couvre-murs de réemploi en granite  
© [salvoweb.com](#)



Couvre-murs de réemploi en pierre bleue (calcaire)  
© [Het arduinen hoekje](#)



Couvre-murs de réemploi en pierre blanche (calcaire)  
© [BCA Matériaux Anciens](#)



Couvre-murs de réemploi en ardoise  
© [salvageandstone.co.uk](#)



*Inspiration*. Couvertines plates retaillées dans des blocs de Villebois de réemploi © [Antic-Mat](#)





### Récupération du matériau

**Les couvre-murs en pierre naturelle sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ceux-ci peuvent également assurer la fourniture de lots de couvre-murs prêts à la pose. Ils sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos ou par une visite sur place. Pour les couvre-murs, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats et dimensions, nature du lit de pose, caractéristiques des joints, etc.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le style, l'époque, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, maintenance, transport, etc.

Afin de déterminer avec plus de certitude le potentiel de réutilisation des couvre-murs, un test de démontage et de nettoyage est généralement effectué sur un échantillon.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux des couvre-murs doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Les couvre-murs sont d'abord décollés du mur à l'aide d'un outillage mécanique ou manuel (marteau, marteau piqueur, burin pneumatique, pied de biche, etc.). Les couvre-murs peuvent être lourds du fait de leur dimension et de la densité de la pierre (>2,5 t/m<sup>3</sup>). Ils peuvent aussi être fragiles, particulièrement s'ils sont fins (4 - 6 cm) ou si des sillons ou veines blanches sont présentes en surface de la pierre. En cas de fêlure ou de casse, ils perdent fortement de leur valeur. Il convient donc de s'équiper de moyens spécifiques ou de faire appel à un professionnel.

→ **Nettoyage et tri**. Les couvre-murs récupérés sont ensuite triés par qualités, couleurs et dimensions. Un nettoyage à la brosse et à l'eau ainsi qu'un grattage avec une lame adaptée est généralement suffisant pour enlever les résidus de couche de pose, les produits de jointoiment, les résidus de mastics et goudrons et les autres éléments qui

pourraient y adhérer. Toutefois, les mortiers peuvent être très adhérents et il n'est pas toujours aisé de les enlever. Des procédés pour réparer les petites fissures et cassures peuvent être envisagés pour restaurer des éléments abîmés.

→ **Opérations**. Si certains couvre-murs peuvent être réemployés tels quels après un nettoyage sommaire, d'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires telles que :

- **Sciage** : les extrémités des couvre-murs peuvent être sciées pour obtenir des faces latérales plates et verticales, afin d'homogénéiser leurs dimensions.
- **Taille et usinage** : les profils et arêtes des couvre-murs peuvent être retravaillés.
- **Nettoyage approfondi** : la face apparente de certaines pierres plus poreuses peut être tachée ou avoir changé de couleur en cours d'usage suite à la pollution atmosphérique ou encore au développement de mousses. Leur remise en état d'origine n'est pas toujours possible. Elle dépend de la profondeur d'incrustation, qui varie selon le type de pollution et le type de pierre. Il est conseillé de prendre contact avec un professionnel pour connaître les produits compatibles et les méthodes de traitement adéquates. Plusieurs techniques sont possibles (sur site ou en atelier) : polissage à l'eau, usage de produits chimiques (acide oxalique, fluote à polir, lustrants), nettoyage mécanique (ponçage, lustrage) voire même, dans des cas très particuliers, usage du laser, du latex ou de cataplasmes. Le choix d'une technique de nettoyage adaptée dépendra essentiellement des aspects suivants : nature et dureté de la pierre, finesse du grain, aspect de surface, présence d'altérations, type et degré d'encrassement, résultat recherché.
- **Finition** : pour satisfaire aux exigences recherchées (aspect homogène, aspect rugueux ou lisse, etc.) plusieurs techniques de finition sont possibles selon la nature de la pierre et les performances attendues : bouchardage, sablage, flammage, grenillage, piquage, etc. Un vocabulaire spécifique détermine le type de finition selon le type de roche dont il est question.

Ces différentes opérations peuvent être réalisées par des revendeurs spécialisés au sein de leurs installations. Elles peuvent également être envisagées sur site, à condition que la logistique du chantier le permette.



Résidus de mastics et goudrons © auctelia



Développement d'organismes  
© Willmow Reclamation & salvage

→ **Stockage et conditionnement**. Les couvre-murs sont généralement stockés à l'extérieur, conditionnés et sangles sur palettes. Ils sont disposés horizontalement. Idéalement, ils sont séparés par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Le bois de calage/séparation ne doit pas être traité, être bien sec et ne pas contenir de tanins susceptibles de tacher les pierres. Les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments. Des moyens de transport et de levage appropriés sont à prévoir.

Les couvre-murs en pierre naturelle de réemploi sont généralement vendus au mètre linéaire ou à la pièce. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir une fiche technique reprenant leurs caractéristiques principales : type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues et, dans certains cas, leur provenance.



## Applications et mise en œuvre

**Les couvre-murs de réemploi peuvent être réemployés dans leur fonction originale ou réutilisés pour d'autres applications : seuils de portes et fenêtres, revêtement de sol extérieur, marches d'escalier, bancs, etc.**

Pour un usage identique, la majorité des points d'attention liés à la mise en œuvre des couvre-murs en pierre de réemploi ne diffèrent pas de ceux liés aux couvre-murs neufs - notamment, et de façon non exhaustive : nature et dimensions des éléments, nature de la couche de pose, type de jointolement, profil du couvre-mur et dénivelé, présence de larmier, joint de dilatation, ancrage, etc.

Il appartient aux auteurs de projet de se reposer sur les réglementations en vigueur, les règles de l'art et les normes nationales et européennes relatives aux produits en pierre naturelles. Par ailleurs, des prescriptions adéquates de mise en œuvre doivent être spécifiées pour couvrir les diverses applications possibles des couvre-murs de réemploi.

De manière générale, la recherche d'un lot avec des caractéristiques très précises peut s'avérer compliquée. En cas d'exigences précises, il est souvent préférable d'identifier un lot de couvre-murs de réemploi bruts et d'envisager des opérations de traitement complémentaires. L'expertise des professionnels peut être précieuse à cet égard.

Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de couvre-murs de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot est constitué de couvre-murs en pierre de réemploi de même type (même profil), même nature géologique voire d'une même origine d'usage (zone soumise au gel, etc.). Des lots de couvre-murs mélangés peuvent toutefois convenir pour des applications moins exigeantes.

→ **Format.** Le lot identifié doit correspondre aux spécificités du projet. De manière générale, les dimensions doivent être homogènes en épaisseur et de largeur supérieure à celle du mur à couvrir. Selon la conception, le lot peut être fractionné en sous-lots de dimensions différentes. Pour limiter les coûts et favoriser l'identification de lot de couvre-murs de récupération, il est préférable d'être assez souple sur les dimensions en optant pour une pose en longueur libre, en définis-

sant uniquement une longueur minimale (par exemple, min. 40 cm) ou en fixant un intervalle assez large (par exemple, longueur comprise entre 80 et 120 cm). Si nécessaire, il est également possible d'exiger des caractéristiques dimensionnelles plus précises (ainsi que des tolérances dimensionnelles plus strictes). Ceci peut avoir pour conséquence d'entraîner une transformation plus lourde du matériau (sciage, réusinage).

→ **Profil.** Si nécessaire, il convient de préciser le profil (plat, pente unilatérale ou bilatérale, etc.), l'état de chaque arête (scié droit, chanfrein, arrondi, sans exigence, etc.), le degré d'inclinaison et les dimensions du larmier. Ces caractéristiques pourront être prescrites de manière ouverte (par exemple, épaisseur > 5 cm, dénivelé > 5%, etc.) ou définie de manière plus précise.

→ **Texture et finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, il convient de préciser l'aspect des faces visibles (scié, meulé, bouchardé, flammé, smillé, grenailé, etc.), des faces non visibles et des extrémités (scié, clivé).

→ **Teinte.** Par nature, les pierres naturelles présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis.

→ **Etat.** Outre des traces de résidus de mortier et de peinture, les couvre-murs de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures légères, des cratères, des écailllements légers, des taches, des restes de mousse, de terre, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des couvre-murs, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »). Selon la nature de la roche, d'autres aspects peuvent être considérés comme des imperfections majeures. Par exemple, certaines roches calcaires (i.e. pierre bleue) peuvent présenter des joints stylolythiques susceptibles de fragiliser la pierre. Dans une large mesure, la documentation technique existante permet d'apprécier ces divers aspects au cas par cas. Des professionnels peuvent également être consultés. Il appartient au prescripteur de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en

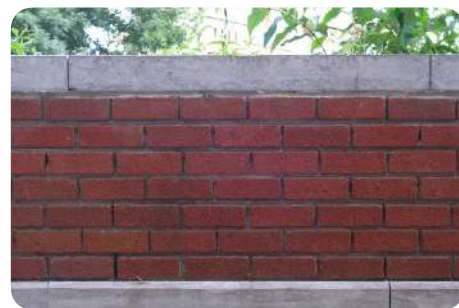
œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables (par exemple : éclats, fissures et écaillages < x cm<sup>2</sup> tolérés sur les faces visibles, coins et bords cassés tolérés sur les parties non visibles, etc.).

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut être mise en place.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Couvre-mur en pierre bleue sans débord



Couvre-mur en pierre bleue avec débord

### Astuce conception !

Il est préférable de commander une quantité exprimée en mètres courants plutôt qu'en nombre de pièces, étant donné les longueurs parfois irrégulières des couvre-murs de réemploi.



## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

En connaissant la famille ou le type de pierre en présence, il est généralement possible de retrouver ses caractéristiques générales. Ces indications sont précieuses pour étudier la compatibilité de la pierre de réemploi à l'usage envisagé.

Voir par exemple : [www.febnat.be](http://www.febnat.be) ; [www.stonenaturelle.fr](http://www.stonenaturelle.fr) ; [www.pierreetisol.com](http://www.pierreetisol.com) ; [www.cstc.be](http://www.cstc.be) ; etc.

A titre indicatif, le tableau suivant (*Tableau 1*) reprend quelques-unes des performances connues de quelques familles de roches constitutives de couvre-murs fréquemment réemployées. Il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de couvre-murs de la même roche peuvent présenter des performances assez différentes.

Il n'existe pas de norme harmonisée européenne spécifique aux couvre-murs en pierre mais plusieurs normes et méthodes d'essai permettent de déterminer les propriétés relatives aux pierres naturelles (EN 12407 - Examen pétrographique, EN 1936 - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale, EN 12371 - Détermination de la résistance au gel, etc.). Bien que relatifs aux matériaux neufs, ces documents peuvent s'avérer utiles pour caractériser les couvre-murs de réemploi (*Tableau 2*).

*Tableau 1 : Caractéristiques techniques des pierres les plus courantes utilisées pour la fabrication de couvre-murs*

	Masse volumique apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	peu poreux (0,5 à 10%)	bon à très bon
<b>Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)</b>	< 2500	poreux (5 à 50 %)	bon
<b>Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)</b>	> 2500	peu poreux (0,2 à 5%)	bon
<b>Granite</b>	2500 - 3000	très peu poreux (0,2 à 2%)	très bon
<b>Ardoise</b>	2600 - 3000	très peu poreux (<3%)	/

*Tableau 2 : Caractéristiques à évaluer en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des couvre-murs de réemploi en pierre naturelle*

Caractéristiques	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	Les couvre-murs de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible d'identifier visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives, etc.). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement d'éléments d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de couvre-murs de réemploi est difficile à attester avec certitude. En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les éléments ont été démontés. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur l'usage d'origine ou la région d'où proviennent les éléments.
<b>Caractéristiques géométriques</b>	Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri et de nettoyage des éléments de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le matériau. Dans le cas de couvre-murs destinés à être réusinés ou retailés, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, etc.) au regard du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage. Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité, de rectitude, de dimensions du larmier et de degré de pente souhaitée.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse.  La porosité ouverte d'une pierre [% en volume] correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement sa gélivité (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau).  Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique relative aux pierres naturelles ( <i>voir Tableau 1</i> ). Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité (tel que défini par la norme d'essai EN 1936).



Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)</b>	Pour une application extérieure, les éléments en pierre naturelle doivent pouvoir résister au gel/dégel sans que leur aspect ou que leurs caractéristiques mécaniques ne soient affectés. La provenance et l'état d'un lot de couvre-murs de réemploi peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de couvre-murs anciens sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance (EN 12371). Il importe donc de se renseigner sur l'origine géographique du lot pour s'assurer des conditions climatiques d'origine (par exemple, un lot provenant d'un climat continental au nord de l'Europe conviendra vraisemblablement à une application dans le climat méditerranéen du sud de la France). De manière générale, les couvre-murs les moins résistants qui ont subi des dégâts dus au gel auront été vraisemblablement écartés lors des étapes de tri et de nettoyage.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la Décision de la Commission 96/603/CE, les pierres naturelles sont considérées comme appartenant à la classe A1 de réaction au feu (voir EN 12058 pour les exceptions). Attention toutefois à l'utilisation de mastics de rebouchage, qui peuvent avoir une incidence sur cette performance.
<b>Sensibilité au tachage</b>	<p>Pour évaluer cette caractéristique, on différencie le tachage interne causé par la réaction de certains constituant de la pierre (minéraux métalliques ou matériaux organiques présents dans la pierre), du tachage accidentel causé par un contact avec un produit tachant.</p> <p>Le tachage interne relève avant tout d'un souci esthétique du matériau et il convient donc à l'auteur de projet de définir les caractéristiques acceptables au regard de l'usage visé.</p> <p>La sensibilité au tachage est également directement liée à la valeur de porosité de la pierre. Plus la porosité est élevée, plus la pierre absorbe facilement les liquides et la pollution, plus elle est sensible au tachage. Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des dalles de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Le cas échéant, il existe des traitements de surface pour améliorer cette performance en ralentissant l'infiltration de substances grasses dans les vides de la pierre.</p>
<b>Résistance à l'impact</b>	La résistance à l'impact d'un corps dur dépend des caractéristiques de la pierre mais aussi de son système de pose et de son support. Le test décrit dans la norme EN 14158 : 2004 consiste à laisser tomber une bille d'acier sur l'élément mis en œuvre dans ses conditions réelles d'usage. Pour des couvre-murs de réemploi, on peut aussi s'appuyer sur l'état des éléments encore mis en œuvre. Si de nombreux couvre-murs soumis à des sollicitations similaires sont cassés, on peut supposer que même les couvre-murs intacts sont susceptibles de casser à leur tour. Il convient de ne pas extraire ces seuls couvre-murs sans garder l'ensemble des informations sur l'état du lot.
<b>Déformation thermique</b>	La pierre naturelle est sujette à des variations dimensionnelles sous l'effet de la température. Cette déformation est exprimée en [mm/mK] par le coefficient de dilatation thermique. Dans le cas de couvre-murs soumis à de grands écarts de température, il peut être pertinent de déterminer son amplitude (EN 14581 : 2005). Dans certains marbre et, dans une moindre mesure, certains granits, la dilatation thermique anisotrope de la pierre provoque une décohésion granulaire entraînant une importante déformation des tablettes.



Couvre-murs extérieurs en pierre bleue réutilisés pour la réalisation d'une terrasse, Bruxelles (BE) © VLA architecture  
<https://www.guidibatimentdurable.brussels/fr/reemploi.html?IDC=10994>





### Disponibilité

Les fournisseurs professionnels de matériaux pierreux de réemploi possèdent généralement des lots de quantité variable de couvre-murs en pierre naturelle. Les quantités rencontrées peuvent aller de quelques mètres (<10 m) à une centaine de mètres linéaires. Pour des quantités plus importantes, il convient de vérifier les stocks auprès des fournisseurs suffisamment en avance.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Le prix d'un couvre-mur (exprimé en mètre linéaire) dépend de la disponibilité du format, de l'épaisseur et du type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé.

- Couvre-mur (ép. <10 cm) : ~ 30-50 €/ml
- Couvre-mur (ép. >10 cm) : ~ 60-200 €/ml
- Découpe de la pierre : ~ 40 €/h

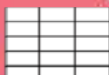
### Trouver des prestataires spécialisés

[salvoweb.com](http://salvoweb.com)[opalis.eu](http://opalis.eu)

Réutilisation d'anciens couvre-murs en seuil de fenêtres © Sophie Boone

### Le saviez-vous ?

Certains revendeurs d'éléments en pierre proposent également des gammes de produits neufs, dont certains sont artificiellement vieillis pour leur donner l'apparence d'un produit de réemploi. En cas de doute, renseignez-vous sur la provenance des matériaux, afin de vous assurer de leur origine réemployée.

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

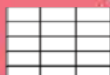
Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

**Description du matériau**

De tout temps, la pierre a été employée et réemployée dans la construction, notamment pour revêtir les façades extérieures et les murs intérieurs. Dans son traité d'architecture publié en 1485 (*De re aedificatoria...*), Alberti parle déjà de l'usage de la pierre pour construire ce qu'il appelle « la peau » ou « l'écorce » des bâtiments, c'est-à-dire les faces extérieures et intérieures des murs dont, dit-il, « ... l'une reçoit à l'extérieur le vent et le soleil, tandis que l'autre protège l'ombre intérieure ... ». Bien que la terminologie ait changé depuis le 15<sup>ème</sup> siècle, la pierre est toujours utilisée aux mêmes fins. Aujourd'hui la distinction est faite entre les dalles et les plaquettes (ou carreaux) de revêtement mural en pierre. Ces dernières sont plus fines et de dimensions plus petites. Des éléments plus épais et de plus grandes dimensions tombent dans la catégorie des pierres massives de parement, qui sont généralement posées avec d'autres techniques.

La présente fiche porte sur le réemploi des dalles en pierre naturelle destinées à une utilisation en parement mural. Il est également possible de réemployer les dalles pour d'autres usages, en tant que revêtement de sol par exemple (voir la fiche consacrée aux dalles de revêtement de sol en pierre naturelle).

Le marché des dalles murales de réemploi présente une très grande diversité de produits. On peut les distinguer selon différents critères :

→ **Usage d'origine.** Certains lots proviennent de façades d'immeubles de bureaux et d'autres grands équipements publics et privés (e.a. gares, banques, etc.). La démolition de ces bâtiments entraîne généralement la libération de quantités importantes de dalles semblables, souvent en excellent état et de bonne facture. D'autres dalles sont issues du démontage soigneux de tablettes de fenêtre, de revêtements de sol, etc., provenant de divers types de bâtiment, y compris d'ouvrages plus anciens.



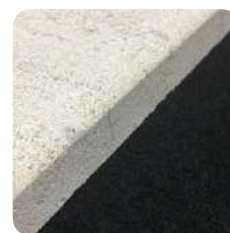
Dalle récupérée en granite gris poli

Arêtes chanfreinées  
© Pierre de Bourgogne

Arêtes épauférées



Arêtes vives



Arêtes bombées

→ **Nature géologique.** De nombreux types de roches sont utilisés pour la fabrication des dalles de parement mural : granite, marbre, pierres calcaires, grès, ardoise, travertin et bien d'autres encore, le tout décliné selon de nombreuses variations locales.

→ **Dimensions.** Le plus souvent les dalles de réemploi possèdent des largeurs et des longueurs comprises entre 30 et 150 cm et des épaisseurs comprises entre 1 et 8 cm. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des éléments présentant des dimensions plus spécifiques.

→ **Aspect.** La diversité des roches se traduit par une large palette de coloris, y compris au sein d'une même famille : gris, beige, ocre, brun, rose, bronze, etc. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les incrustations de la pierre : veines, grains, strates, flammes, taches, etc.

Outre l'aspect original de la roche, les dalles peuvent porter les marques de leur mode de découpe (clivage, sciage) et de leur finition d'origine (flamage, sablage, grenailage, bouchardage, polissage, etc.). Au fil du temps, leur aspect varie aussi selon les sollicitations d'usage : adoucissement, polissage de

la face visible, assombrissement de la teinte, traces de peinture ou de mortier sur la face intérieure, développement d'organismes (mousses, lichens), etc.

Le traitement de la surface de certains types de pierres peut nécessiter l'utilisation de mastic, de matériaux de remplissage ou d'autres produits similaires pour le bouchage des trous naturels, des défauts ou des fissures. Ces traitements ne sont souvent pas spécifiques aux pierres de réemploi mais s'appliquent également dans le cas des produits neufs. Parfois, un traitement anti-graffiti est présent (e.a. dalles issues de pieds d'immeuble).

Les bords des dalles peuvent être droits, bombés, épauférés ou encore chanfreinés.

Lorsqu'un ré-usinage des dalles de réemploi est envisagé (sciage, surfacage, fraisage, etc.), celui-ci modifiera généralement l'aspect des faces visibles.

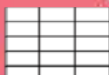


Dalle récupérée en marbre de Carrare



Salle de douche réalisée en marbre rouge de réemploi, Bruxelles (BE) © Séverin Malaud





→ **Fixation.** Les dalles peuvent avoir été collées ou attachées :

- Les colles sont généralement réservées aux dalles plus fines (1 à 2 cm d'épaisseur, selon la masse volumique de la pierre).
- Les attaches mécaniques conviennent à des dalles plus épaisses (2 à 8 cm). Il en existe plusieurs types : agrafes métalliques avec ou sans plot, fixées sur une ossature intermédiaire ou directement dans le mur. Des méthodes non-destructives comme l'utilisation d'un pachomètre permettent de repérer les éléments métalliques d'ancrage sans démonter les dalles.

→ **Jointoyage d'origine.** Suivant le type de pose, la présence ou non d'un isolant, la localisation des dalles et la hauteur du bâtiment, on peut rencontrer des joints pleins courants (mortier, coulis, époxy, etc.), des joints souples de fractionnement ou de dilatation horizontale et verticale (époxy, mastic, etc.) ou encore des joints creux, laissés vides ou décorés par des éléments métalliques.



Revêtement en pierre fixée à l'aide d'agrafes métalliques scellées dans des plots au mortier



Recherche des éléments métalliques d'ancrage d'un parement en pierre naturelle à l'aide d'un pachomètre.  
© CSTC



Revêtement en pierre attachée



Joint plein



Joint creux comblé par des éléments métalliques

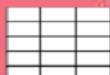


Joint creux



Salle de douche réalisée à partir d'éléments en marbre de réemploi © Lionel Billiet





## Récupération du matériau

**Les dalles de revêtement mural en pierre naturelle sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ceux-ci peuvent également assurer la fourniture de lots de dalles prêtes à la pose. Ils sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et la rentabilité de la dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Pour les dalles, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats, dimensions, type de fixation, nature du support de pose, caractéristiques des joints, etc.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de récupération et de revente, les spécificités régionales, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, manutention, transport, etc.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des dalles et une certaine homogénéité des lots. Lorsque les joints entre les dalles sont pleins, il est parfois conseillé de désolidariser les dalles à l'aide d'outils (scie diamant sur rail, eau sous pression, etc.) et de moyens de manutention adaptés au revêtement pour éviter les épaufrures. Ensuite, les dalles peuvent être déposées. (Figure 1) Si les dalles sont fixées à l'aide d'un ancrage mécanique, il convient de cas-

ser une première dalle pour créer un accès puis de venir casser le plot de mortier (1) entourant les attaches métalliques (2 & 3) à l'aide d'un burin. Il convient ensuite d'enlever les attaches à l'aide du burin ou d'un pied de biche ou de les disquer au niveau des joints. Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein des dalles en libérant préalablement 2 côtés (perpendiculaires) des carreaux à desceller. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Il est conseillé de procéder au démontage en partant du haut vers le bas. Par ailleurs, certaines dalles peuvent être particulièrement lourdes du fait de leur dimension et de la densité de la pierre (>2,5 t/m<sup>3</sup>). Le cas échéant, il convient de s'équiper de moyens de levages spécifiques. La dépose peut aussi impliquer de prendre des dispositions pour le travail en hauteur. Enfin, un lit de sable peut être installé aux pieds des dalles pour amortir les chocs.

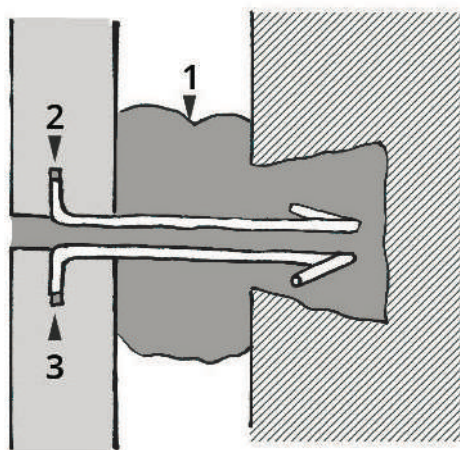
→ **Nettoyage et tri**. Les dalles sont triées par qualités, couleurs, dimensions et degré de nettoyage. Les éléments présentant des dégradations (dalles fendues) ou des défauts importants sont écartés. Le taux de perte dépend fortement du type de roche, des conditions d'usage d'origine, du type de pose, de l'épaisseur des dalles et du soin apporté au démontage. Un nettoyage à l'eau ou par grattage est généralement suffisant pour enlever les résidus de couche de pose, produits de jointoiement et autres éléments qui pourraient y adhérer. Les attaches métalliques sont également retirées.

→ **Opérations**. Si certaines dalles peuvent être réemployées telles quelles après un nettoyage sommaire, d'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires telles que :

- **Sciage** : les dalles peuvent être sciées pour homogénéiser leurs dimensions et faciliter leur remise en œuvre.
- **Nettoyage approfondi** : la face apparente de certaines pierres plus poreuses peut être tachée ou avoir changé de couleur en cours d'usage suite à la pollution atmosphérique, au passage des usagers ou encore au développement de mousses. Leur remise en état d'origine n'est pas toujours possible. Elle dépend de la profondeur d'incrustation, qui varie selon le type de pollution et le type de pierre. Il est conseillé de prendre contact avec un professionnel pour connaître les produits compatibles et les méthodes de traitement adéquates. Plusieurs techniques sont possibles : polissage à l'eau (différentes pressions et températures), usage de produits chimiques (acide oxalique, fluaté à polir, lustrants), nettoyage mécanique (ponçage, lustrage, grésage hydro-pneumatique, projection de fines particules, micro-ponçages, etc.) voire même, dans des cas très particuliers, usage du laser, du latex ou de cataplasmes.

Le choix d'une technique de nettoyage adaptée dépendra essentiellement des aspects suivants : nature et dureté de la pierre, finesse de son grain et autres aspects de surface, présence d'altérations, type et degré d'encrassement, résultat recherché, etc.

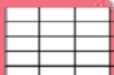
- **Finitions** : il est très rare que les dalles de réemploi subissent un traitement de surface en atelier puisqu'en général la volonté est de conserver leur patine. Cependant, pour satisfaire les exigences recherchées (homogénéiser l'aspect de la pierre, lui conférer un aspect rugueux, etc.) plusieurs techniques de finition sont possibles selon la nature de la pierre et les performances attendues : bouchardage, sablage, flammage, grenailage, piquage, etc. Un vocabulaire spécifique détermine le type de finition selon le type de roche considérée.
- **Réfection des trous d'ergots/ d'agrafes** : les trous existants peuvent s'être abîmés durant la phase d'usage ou lors de la dépose des dalles (éclat, fissure, élargissement des trous, etc.). Dans ce cas, les trous visibles peuvent être rebouchés avec un produit adapté et de nouveaux trous peuvent être percés en atelier (en respectant le positionnement et la résistance des nouvelles attaches prescrit par les normes techniques relatives au produit).



- (1) Plot de mortier
- (2) Agrafe porteuse
- (3) Agrafe anti-déversement

Figure 1. Attaches scellées au mortier dans les chants des dalles





→ **Stockage et conditionnement.** Les dalles sont généralement stockées à l'extérieur, disposées sur la tranche dans des caisses en bois ou conditionnées horizontalement et sanglées sur palettes. Suivant la fragilité des dalles à conserver, elles seront mises à l'abri en évitant le contact avec le sol et en prévoyant une éventuelle protection contre le gel. Idéalement, elles sont séparées par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Le bois de calage/séparation ne doit pas être traité (il doit être bien sec et ne pas contenir de tanins susceptibles de tacher les pierres) et les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments. Des moyens de transport et de levage appropriés sont également à prévoir.

Les dalles de réemploi prêtes à la pose sont regroupées par lots homogènes. Elles sont généralement vendues par lot ou au m<sup>2</sup>. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir une fiche technique reprenant leurs caractéristiques principales (type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues) et, dans certains cas, leur provenance.

**Point d'attention !**

Les dalles de façade de plus fine épaisseur en marbre métamorphique peuvent être sujettes au phénomène de **décohésion granulaire** qui peut entraîner le cintrage des éléments, leur fissuration et provoquer un risque de chute. Ce phénomène est accentué pour les façades soumises à la pluie et au soleil (sud, sud-ouest) et pour des dalles de grandes dimensions fortement élancées. Il entraîne souvent des fissurations au niveau des ancrages. Une inspection visuelle détaillée permet généralement de constater ce phénomène. Une analyse plus poussée de la microstructure de la pierre permet également d'observer ce phénomène.



Cintrage des éléments. Alvar Aalto's Finlandia Hall, Helsinki © University Of Helsinki



Revêtement mural en dalles de marbre



Fixation par crochets



Découpe des attaches



Dépose de dalles en marbre



Palettisation des dalles



Chargement et transport des dalles



Retrait des résidus de mortier de jointoyage sur la tranche au moyen d'un lapidaire

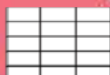


Stockage des dalles nettoyées



Remise en œuvre des dalles en parement extérieur, Projet Jaspas, Architecte Guillaume Sokal, Bruxelles (BE). © Guillaume Sokal





## Applications et mise en œuvre

**Les applications présentées ici concernent des dalles de pierre qui étaient utilisées en parement mural et qui sont remises en œuvre à des fins identiques. D'autres usages sont bien sûr envisageables pour ces éléments (par exemple : crédence, revêtement de sol, etc.) mais ils ne sont pas étudiés ici (voir par exemple la fiche consacrée aux dalles de revêtement de sol en pierre naturelle). Le cas de figure de la réutilisation en tant que parement mural d'une dalle de pierre provenant d'une autre application n'est pas non plus explicitement abordé dans cette fiche.**

En règle générale, le choix des dalles doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'usage »).

En façade, les principales sollicitations sont le poids propre de la pierre naturelle et les effets du vent, mais d'autres facteurs doivent aussi être pris en compte (actions climatiques, chocs thermiques, vibrations, impacts, etc.). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes de conception (Eurocode 1), aux normes nationales et européennes relatives aux produits (EN 1469 : dalles de revêtement mural en pierre naturelle), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre applicables.

La remise en œuvre d'un lot complet de dalles de revêtement mural de réemploi en bon état diffère peu de celle de dalles neuves. Suivant les caractéristiques du lot, elles se prêtent à la même diversité de modes de pose et soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : format des éléments, propriétés de la pierre, mode de pose et propriétés des éléments de pose (attaches ou colles), propriété et état du support, isolation, étanchéité, joints courants et joints de fractionnement, défauts de la pierre aux points d'attaches (fissures, éclats), état de surface de la pierre (tache grasse, taches d'oxydation, coulures, etc.).

### *Penser réversible !*

*Certains modes de pose compliquent voire empêchent la récupération des dalles. En ce sens, dès que c'est possible et à performances comparables, il est préférable de privilégier une pose par ancrage mécanique (crochets, agrafes, goujons...). Et sans joint ou avec des joints facilement nettoyables !*

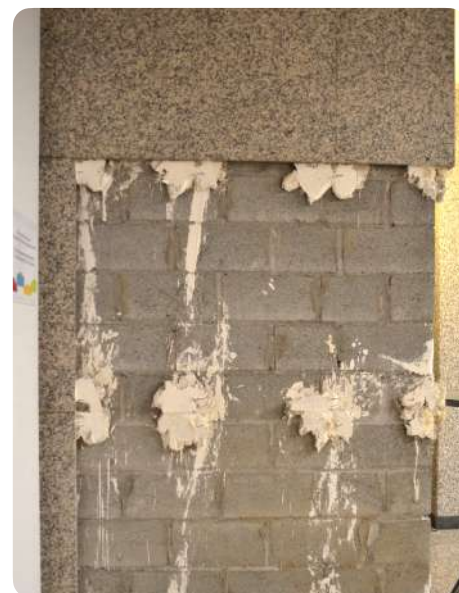
Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de dalles de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot de dalles de réemploi est constitué d'éléments de même nature géologique (granite, marbre, pierre calcaire, etc.) voire d'un même usage d'origine (utilisation intérieure, zone soumise au gel, etc.). Il est conseillé de définir un lot comme une surface à couvrir de même application. Des lots de dalles mélangées peuvent toutefois convenir pour des applications moins exigeantes.

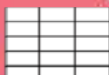
→ **Épaisseur.** L'épaisseur des dalles murales a une incidence sur leur comportement mécanique. Elle doit être choisie en tenant compte de plusieurs critères : nature et texture de la roche, usage envisagé, format, positionnement, procédé de pose et d'ancrage, nature et intensité des sollicitations (vent, vibrations, chocs, humidité, déformations thermiques, fluage et retrait de l'ossature, etc.). Dans la plupart des cas courants, pour des roches calcaires tendres et mi-dures (masse volumique < 2500 kg/m<sup>3</sup>) accrochées mécaniquement, une épaisseur de 4 cm est généralement jugée nécessaire. Elle peut être réduite à 3 cm pour des pierres plus denses (marbre, granite, pierre dure, etc.), voire même à moins de 2 cm dans des conditions bien particulières (roche dure et homogène, agrafage de bonne qualité, proximité d'un point d'arrêt rigide en cas de chute, etc.). Celles-ci doivent alors être justifiées par des démarches spécifiques. À l'inverse, pour une mise en œuvre collée, les dalles doivent avoir une épaisseur comprise entre 1 et 2 cm, selon la masse volumique de la pierre.

→ **Dimensions.** Les dimensions des dalles de réemploi varient généralement d'un lot à l'autre. Selon l'application d'origine, elles peuvent également varier au sein d'un même lot. Il est important de préciser les dimensions attendues ainsi que la tolérance dimensionnelle. Bon à savoir : les normes de mise en œuvre fixent des exigences différentes en matière d'accroche selon la surface de chaque dalle, la proportion entre leur longueur et leur largeur (typiquement de l'ordre de 1:3 pour les usages en extérieurs et jusqu'à 1:5 en intérieur) et la hauteur à laquelle elles sont mises en œuvre (en-dessous de 6 m, entre 6 et 28 m, etc.). Pour des dalles aux dimensions atypiques, des approches spécifiques peuvent donc s'avérer nécessaires.

→ **Teinte.** Par nature, les pierres naturelles présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis. On peut aussi demander de mélanger les dalles afin d'obtenir un revêtement homogène.



Dépose de dalles de parement intérieur en granite



→ **État.** Outre des traces de résidus de mortier, de peinture et de bitume, les dalles de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures légères, des cratères, des écailllements légers, des taches (couleurs, taches grasses, auréoles, oxydations), etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des dalles, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi - sauf pour des usages très spécifiques (voir § *Caractéristiques et aptitudes à l'usage*). Le cas échéant, certains traitements de surface, voire des découpes, peuvent permettre de corriger ces altérations.

Le lot ne doit toutefois pas contenir d'éléments présentant des fêlures ou des dégâts majeurs compromettant sa solidité (par exemple des fissures, éclats ou autre défaut dans la pierre au niveau des points d'attache). Il conviendra à l'auteur du projet de définir le degré d'imperfections toléré au regard de l'usage envisagé et des conditions de mise en œuvre.

Attention aux trous des anciens ergots / agrafes. Parfois les dalles ont été descellées de manière non soignée de sorte que les trous sont devenus des « cratères ». Parfois, les plots de mortier comblent les trous. Les trous peuvent être refaits sur chantier ou en atelier avec un outillage adapté.



Au-dessus : trou d'ergot intact  
En-dessous : trou d'ergot comblé de mortier



Trou d'ergot élargi lors de la dépose



Trou d'ergot élargi lors de la dépose

→ **Finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, il convient de préciser l'aspect de la face visible et des chants des dalles (brute, sciée, bouchardée, grenailée, flammée, polie, adoucie, etc.). Certains types de finition (brut de sciage, écuré, etc.) permettent de limiter l'absorption d'énergie solaire de la façade. Ce phénomène peut être recherché dans le cas de façades en pierres collées foncées qui, sous l'effet du soleil, peuvent se détacher et contribuer à la création d'îlot de chaleur urbain.

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Il est généralement conseillé de prévoir un stock de dalles de réserve afin de procéder aux réparations ultérieures. Suivant le calepinage choisi, un pourcentage plus ou moins élevé de marge sera nécessaire en raison des découpes induites.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut aussi être mise en place.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

#### **Astuce conception !**

De manière générale, l'intégration de pierres de réemploi dans le projet est grandement facilitée si on prévoit :

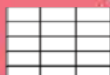
- un calepinage qui tolère des dalles de format varié, par exemple : un appareillage en longueur libre.
- une stratégie de composition des lots récupérés : soit en mélangeant les lots pour créer une répartition aléatoire des nuances de teintes, soit en attribuant chaque lot de matériau à un espace en particulier.

#### **En savoir plus !**

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de revêtements de façade en pierre naturelle attachée -  
Fondation Bâtiment Énergie (FR)

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-facade-V5.pdf>





### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

En connaissant la famille ou le type de pierre en présence, il est généralement possible de retrouver ses caractéristiques générales. Ces indications sont précieuses pour étudier la compatibilité de la pierre de réemploi à l'usage envisagé.

Voir par exemple : [www.febemat.be](http://www.febemat.be) ; [www.stonenaturelle.fr](http://www.stonenaturelle.fr) ; [www.pierreetsol.com](http://www.pierreetsol.com) ; [www.cstc.be](http://www.cstc.be) ; etc.

A titre indicatif, le tableau suivant (*Tableau 1*) reprend quelques-unes des performances connues de quelques familles de roches constitutives des dalles fréquemment réemployées. Il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de dalles de la même roche peuvent présenter des performances différentes.

La norme harmonisée européenne EN 1469 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des dalles en pierre naturelle destinées au revêtement muraux. Bien que détaillées pour les matériaux neufs issus de l'industrie extractive et transformatrice des pierres naturelles, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des dalles de réemploi en intérieur/extérieur (*Tableau 2*).

*Tableau 1 : Caractéristiques techniques des pierres les plus courantes utilisées en dalles de revêtement mural*

	Masse volumique apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance à la compression (MPa)	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	3 - 14	peu poreux (0,5 à 25%)	bon à très bon
<b>Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)</b>	< 2500	2-17	poreux (5 à 50 %)	bon
<b>Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)</b>	> 2500	2-17	peu poreux (0,2 à 5%)	bon
<b>Granite</b>	2500 - 3000	8 - 25	très peu poreux (0,2 à 2%)	très bon
<b>Marbre</b>	2600 - 2900	8 - 22	très peu poreux (0,2 à 2%)	bon

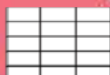
*Tableau 2 : Caractéristiques à évaluer en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des dalles de réemploi en pierre naturelle destinées à un revêtement mural en intérieur/extérieur*

Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	x	x	Les dalles de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives...). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement de dalles d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	x	x	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de dalles de réemploi est difficile à attester avec certitude. En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les dalles ont été démontées. Des dalles en bon état qui ont été démontées dans une région soumises à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur l'usage d'origine (façade extérieure, parement mural intérieur) ou sur la région d'où proviennent les dalles.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	x	x	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse.  La porosité ouverte d'une pierre [% en volume] correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement sa gélivité (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau).  Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique relative aux pierres naturelles ( <i>voir tableau 1</i> ). Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité tel que défini par la norme d'essai EN 1936.

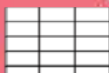
#### Astuce !

*Si les performances doivent être déterminées en laboratoire, il convient d'établir un échantillonnage représentatif du lot considéré. Le nombre et les dimensions des échantillons à prélever dépendent du type d'essai à réaliser. Pour que les résultats des essais soient exploitables, la procédure d'échantillonnage doit être rigoureuse. Un professionnel peut vous accompagner dans ce travail pour choisir les échantillons et les essais à mener. Il veillera par exemple à évaluer les propriétés de différents échantillons soumis à des sollicitations identiques pour obtenir une valeur moyenne représentative. Les procédures d'essais seront définies au regard des usages antérieurs et ultérieurs des dalles en pierre.*

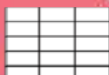




Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Caractéristiques géométriques</b>	x	x	<p>Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Leur homogénéité dépend étroitement du degré de tri et de nettoyage des dalles de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformation entreprises sur le matériau. Dans le cas de dalles destinées à être réusinées ou retaillées, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, etc.) au regard du calepinage choisi, du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage (ces divers aspects sont décrits dans la norme EN 1469). Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité et de rectitude. Par exemple, si la dalle est fixée par un mortier-colle ou une fine couche de mortier, des tolérances plus strictes peuvent être nécessaires. Enfin, certaines dalles en marbre métamorphique de réemploi peuvent avoir subi un cintrage lors de leur précédent usage. Il conviendra d'exclure ces dalles au regard de l'usage prévu.</p> <p>De manière générale, les dalles de réemploi non retravaillées peuvent présenter des irrégularités de forme liées à la fabrication d'origine et au degré d'usure.</p>
<b>Résistance à la flexion</b>	x	x	<p>La résistance à la flexion <math>R_f</math> [MPa] est une caractéristique mécanique qui permet de renseigner sur la capacité à résister à des forces de flexion en usage. Elle varie selon le type de pierre et est généralement déterminée au moyen d'essais de flexion encadrés par la norme EN 12372.</p> <p>La résistance à la flexion permet de déterminer la charge de rupture [kN] admissible des dalles, en fonction de leurs dimensions, selon la formule suivante :</p> $P = \frac{R_f \times W \times t^2}{1500 \times L \times F_s}$ <p>où P : charge de rupture [ kN ]  W, L, t : largeur, longueur et épaisseur [mm]  <math>R_f</math> : résistance à la flexion [MPa]  <math>F_s</math> : facteur de sécurité, généralement <math>F_s = 1,6</math></p> <p>Pour des applications en agrafage sur façade, la résistance en flexion de la pierre est rarement problématique. C'est plutôt la résistance aux goujons d'ancrage qui est déterminante pour répondre aux sollicitation du vent suivant la hauteur du bâtiment et la surface des dalles. En première estimation, on peut présumer que des pierres compactes de dimensions modérées (<math>\approx 0,75 \text{ m}^2</math>) et d'épaisseur supérieure ou égale à 3 cm satisfont ces exigences dans la plupart des régions.</p>
<b>Résistance aux fixations</b>	x	x	<p>La résistance aux attaches doit être démontrée selon la norme d'essai EN 13364. Elle doit être au moins égale à 200 N en intérieur et 300 N en extérieur. Différentes justifications doivent être fournies : résistance de la cheville dans le support, résistance de l'attache mécanique, résistance de la tige filetée, résistance en flexion de la pierre naturelle perpendiculaire à la façade, résistance de la pierre au niveau du goujon d'ancrage. Les trois premiers critères sont généralement donnés par les fournisseurs dans les fiches techniques. La résistance au niveau du goujon d'ancrage peut être déterminée au moyen d'essais spécifiques décrits dans la norme EN 13364.</p>
<b>Résistance à l'adhérence (si collage)</b>	x	x	<p>Les valeurs de résistance à l'adhérence et de durabilité dépendent de plusieurs facteurs importants : le type de mortier/mortier-colle, les surfaces à coller, les conditions climatiques, etc.</p>
<b>Perméabilité à la vapeur d'eau</b>	x	x	<p>La perméabilité à la vapeur d'eau d'une pierre représente la quantité de vapeur d'eau qui traverse le matériau pour une pression de vapeur et un temps donné. Cette caractéristique doit être évaluée si la dalle est destinée à une utilisation dans un endroit soumis à des exigences de contrôle de la vapeur. Le coefficient de perméabilité peut être déterminé par essai en laboratoire ou obtenu à partir de valeurs tabulées conformément à l'EN ISO 12572 et/ou l'EN ISO10456.</p>
<b>Isolation acoustique aérienne directe</b>	x	x	<p>La qualité isolante d'une paroi dépend à la fois des caractéristiques propres de la paroi (rigidité, masse volumique) mais aussi de la fréquence du son émis. Elle est caractérisée par l'indice d'affaiblissement acoustique (mesuré en laboratoire) ou l'isolement acoustique brut (mesuré in situ). De manière générale, plus un matériau est lourd (dense et épais), plus il isole en particulier des bruits aériens. Si elle est exigée, cette caractéristique peut être déterminée en laboratoire selon la méthode d'essai de l'EN 1936.</p>



Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Conductivité thermique</b>	x	x	Le pouvoir d'isolation thermique dépend de la présence et de l'importance des vides présents dans le matériau. La conductivité thermique est alors définie comme la quantité de chaleur qui traverse le matériau par unité de temps et de surface. De manière générale, plus la masse volumique des dalles est faible, plus le pouvoir isolant est grand. Si les dalles doivent contribuer aux performances thermiques d'un bâtiment, cette caractéristique peut être déterminée en laboratoire selon la méthode d'essai de l'EN 1745.
<b>Réaction au feu</b>	x	x	Conformément à la Décision de la Commission 96/603/CE, les pierres naturelles sont considérées comme appartenant à la classe A1 de réaction au feu (voir EN 12 058 pour les exceptions). Attention toutefois à l'utilisation de mastics de rebouchage, qui peuvent avoir une incidence sur cette performance.
<b>Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)</b>		x	Pour une application extérieure, les éléments en pierre naturelle doivent pouvoir résister au gel/dégel sans que leur aspect et leurs caractéristiques mécaniques ne soient affectés. La provenance et l'état d'un lot de dalles de réemploi peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de dalles anciennes posées en extérieur sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance (EN 12371). Il importe donc de se renseigner sur l'origine historique et géographique du lot pour s'assurer des conditions climatiques d'origine (par exemple, un lot provenant d'un climat continental au nord de l'Europe conviendra vraisemblablement à une application dans le climat méditerranéen du sud de la France). De manière générale, les dalles les moins résistantes qui ont subi des dégâts dus au gel auront été vraisemblablement écartées lors des étapes de tri et de nettoyage.
<b>Résistance aux chocs thermiques</b>		x	La résistance aux chocs thermiques est la capacité de la pierre à résister à des changements rapides de température (une façade fortement ensoleillée puis exposée aux pluies par exemple). Ces derniers peuvent causer d'éventuels dégâts sur les revêtements minces de façade : des fissures généralement localisées au niveau des discontinuités (veines, joints stylo-lithiques, etc.), des microfissures entre les grains de la roche provoquant une décohésion intergranulaire, le cintrage de certains éléments (e.a. en marbre et en calcaires marbriers). Comme pour la rubrique précédente, beaucoup de dalles anciennes sont susceptibles d'avoir résisté au cours de leur premier usage à davantage de cycle de chocs thermiques que ce que ne préconise la norme d'essai (EN 14066). Un examen visuel des dalles permet d'écarter les éléments abîmés.
<b>Résistance aux cycles thermiques et d'humidité</b>		x	Pour une application extérieure, les éléments en marbres cristallins doivent pouvoir justifier par un essai de résistance aux cycles thermique et d'humidité leur bonne tenue à la décohésion granulaire. Comme pour la rubrique précédente, beaucoup de dalles anciennes sont susceptibles d'avoir résisté au cours de leur premier usage à davantage de cycle thermique et d'humidité que ce que préconise la norme d'essai (EN 16306). Un examen visuel des dalles permet d'écarter les dalles non valides.
<b>Sensibilité au tachage</b>	x	x	Pour évaluer cette caractéristique, on différencie le tachage interne causé par la réaction de certains constituant de la pierre (minéraux métalliques ou matériaux organiques présents dans la pierre), du tachage accidentel causé par un contact avec un produit tachant.  Le tachage interne relève avant tout d'un souci esthétique du matériau et il convient donc à l'auteur de projet de définir les caractéristiques acceptables au regard de l'usage visé.  La sensibilité au tachage est également directement liée à la valeur de porosité de la pierre. Plus la porosité est élevée, plus la pierre absorbe facilement les liquides et la pollution, plus elle est sensible au tachage. Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des dalles de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Le cas échéant, il existe des traitements de surface pour améliorer cette performance en ralentissant l'infiltration de substances grasses dans les vides de la pierre.



**Disponibilité**

L'offre de dalles de revêtement mural en pierre naturelle de réemploi est relativement variable. La taille des lots peut fluctuer de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres carrés. Pour des commandes conséquentes, il est recommandé de se renseigner assez tôt auprès des fournisseurs professionnels.

**Substances dangereuses et précautions**

Certaines pierres extérieures ont pu être en contact avec des substances dangereuses (pollution, graffiti, urine, etc.) qu'elles ont pu absorber, notamment s'il s'agit de pierres poreuses. En absence d'informations plus précises sur le sujet, il est donc recommandé de ne pas les utiliser pour des applications en contact avec des aliments et des personnes.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci peuvent être variables suivant les sources d'approvisionnement, les types de dalles et le recours à des services de tri et de nettoyage.

- Dalles de formats aléatoires en pierre de Bourgogne (ép. 2 à 4 cm) : ~ 15-25 €/m<sup>2</sup>
- Dalles en granite rouge : ~ 20 €/m<sup>2</sup>
- Dalles en marbre Paloma (ép. 3 cm) en bon état, différentes tailles : ~ 50 €/m<sup>2</sup>
- Dalles pierre bleue belge (épaisseur 3 cm) en bon état, différentes tailles : ~ 120 €/m<sup>2</sup>
- Dalles en marbre de Carrare (87 × 84 × 5 cm), rayures et petits éclats possibles, traces de meuleuse d'angle sur les côtés rugueux : ~ 160 €/m<sup>2</sup>

**Trouver des prestataires spécialisés**



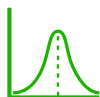
[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en granite *	31,8	0,6
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en marbre *	16,3	0,3
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en pierre calcaire *	14,9	0,3

\* Valeur indicative pour un revêtement de façade de 1 m<sup>2</sup>, d'épaisseur 2 cm et de masse surfacique 52 kg/m<sup>2</sup>.



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de dalles de revêtement mural en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~1490 à ~3180 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de dalles neuves (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~9 000 à ~19 000 km effectué dans une petite voiture diesel.



Récupération de 5300 m<sup>2</sup> de dalles en granit rouge provenant des façades de la Tour Cèdre à La Défense, Paris (FR). © Incomex <http://pierre-reemploi.com/offre/granit-rouge-de-facade-nr01/>





# MENUISERIES



- Porte intérieure - porte coupe-feu
- Porte intérieure - porte en bois à panneaux



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



**Description des éléments**

**Les portes coupe-feu intérieures jouent un rôle important dans la prévention passive des incendies. Tout en permettant le passage des usagers (et leur évacuation dans l'éventualité d'un incendie), elles participent également au principe de compartimentage des bâtiments visant à ralentir la propagation d'un incendie et permettre l'intervention des services de secours.**

L'usage des portes coupe-feu est rendu obligatoire dans un certain nombre de bâtiments tels que les immeubles de bureau et les équipements collectifs (logements collectifs, écoles...). La nature des portes, les seuils performantiels qu'elles doivent atteindre et leur emplacement dans les bâtiments sont régis par des dispositions nationales.

Le réemploi des portes coupe-feu présente des défis intéressants. Dans le contexte des bâtiments faisant l'objet de cycles de rénovation assez courts, il arrive souvent qu'elles soient évacuées après seulement quelques années d'usage alors qu'elles sont toujours en bon état (leur durée de vie de référence est estimée à 30 ans). Leur caractère composite en fait des déchets qui se prêtent mal aux filières de recyclage. En ce sens, leur réemploi présente un intérêt environnemental certain. Bien entendu, elles touchent aussi à une exigence tout à fait essentielle des bâtiments qui ne doit pas être prise à la légère. À ce jour, le réemploi de portes coupe-feu a été mis en œuvre dans plusieurs projets présentant un caractère innovant.

*C'est en fait l'ensemble du bloc-porte qui doit prouver sa résistance au feu.* Pour cela, chaque partie constitutive joue un rôle :

A. Le **vantail** (ou battant de porte, c'est-à-dire la partie mobile). Celui-ci se présente généralement sous forme d'un panneau sandwich constitué de couches de matériaux résistants au feu et à l'humidité

(bois, particules, acier, etc.) entre lesquelles un matériau isolant est appliqué (laine minérale, plâtre, perlite, liège, panneau de fibres minérales, panneau de particules, etc.). De même, les éventuels éléments vitrés du vantail sont constitués de verre résistant au feu. Le vantail est généralement muni d'une série d'accessoires tels que des poignées, des paumelles ou charnières, des serrures, des judas...

B. L'**encadrement fixe** (ou bâti dormant, huisserie). Celui-ci est constitué d'une matière suffisamment résistante au feu (acier, bois massif, lamellé collé ou particules à base de bois). Selon les modèles, il peut être accompagné d'une imposte ou d'un élément de vitrage fixe.

C. Le raccord de l'encadrement à la paroi met également en jeu un **joint** résistant au feu (par exemple, de la laine de roche, de la mousse isolante polyuréthane améliorée au feu, etc.).

D. À cela s'ajoute le principe d'intégrer des **matières intumescents** (ou foisonnantes) dans la structure du vantail, dans l'encadrement, autour de la serrure et dans certains accessoires (par exemple, les grilles de ventilation). Exposés à la chaleur, ces produits ont la propriété de gonfler et d'empêcher ainsi le passage des gaz chauds et des fumées. Ce phénomène s'accompagne aussi généralement d'une réaction endothermique permettant l'absorption de la chaleur.

E. De plus, ces portes sont généralement munies d'un **mécanisme de fermeture** qui assure soit une fermeture automatique à chaque ouverture, soit une fermeture automatique en cas d'incendie, tout en garantissant une ouverture pour l'évacuation. Ces mécanismes peuvent être de simples ferme-porte, des aimants électromagnétiques, des fusibles thermiques, ou encore des principes de barre antipanique.



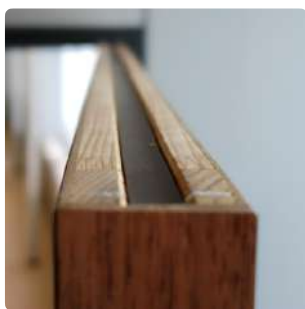
Exemple de porte coupe-feu

F. Enfin, une mise en œuvre conforme et un entretien soigneux des équipements sont essentiels pour assurer la résistance au feu souhaitée.

Au-delà de ces grands principes, il existe une très grande variété de modèles de portes coupe-feu. On les distingue notamment selon les matériaux utilisés pour le vantail et l'encadrement, le nombre de vantaux (un ou plusieurs), le principe d'ouverture (battante, pivotante, va-et-vient, coulissante), le sens de rotation (gauche ou droit), le mécanisme de fermeture en cas d'incendie (automatique, ferme-porte) ou encore le fabricant d'origine. On peut généralement identifier les portes coupe-feu grâce à la vignette de conformité qui se trouve sur la tranche du vantail (côté charnières) et qui mentionne leur performance de résistance au feu.



Ventouse électromagnétique



Bande intumescents



Vignette de conformité



Ferme-porte automatique





## Récupération des éléments

**Actuellement, c'est essentiellement le vantail des portes coupe-feu qui est récupéré en vue d'un réemploi. Il est beaucoup plus rare que l'encadrement soit également récupéré.**

Cela s'explique notamment par le fait que :

- les encadrements sont souvent difficiles à démonter sans détériorations. En outre, ils sont également plus vulnérables et demandent d'excellentes conditions de transport et de stockage.
- les dimensions du nouvel emplacement ne sont pas forcément identiques à celles de l'emplacement d'origine, ce qui peut impliquer des modifications du cadre.
- dans le cas où le bloc-porte est récupéré dans son entièreté, il est nécessaire de garder les éléments ensemble ou correctement répertoriés afin d'éviter de mélanger les éléments, ce qui suppose une logistique poussée.

Les portes coupe-feu peuvent être réutilisées sur site ou bien être dirigées vers les filières professionnelles de réemploi. Les opérations liées à la récupération des portes coupe-feu concernent :

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au fabricant, au modèle, aux dimensions, à la quantité présumée ou encore à la validité du certificat de conformité. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général du lot. L'encadrement est-il récupérable ? Les éléments sont-ils en bon état (vantaux, encadrement, serrures, quincaillerie, produits intumescents, etc.) ? Qu'en est-il de la présence de vignettes de conformité et de leur validité ?
- l'intérêt commercial, dépendant du modèle, de la quantité, des réparations éventuelles, du potentiel de revente, de la compatibilité des éléments, etc.) ;
- les dispositions logistiques (délai, temps de travail, difficulté de manutention, transport, etc.).

→ **Dépose**. Le démontage soigneux doit viser à assurer la parfaite intégrité des éléments (soit du bloc-porte dans son ensemble, soit uniquement du vantail et de ses accessoires). Chaque élément d'un même bloc-porte sera correctement répertorié. Il est conseillé de démonter les charnières libres, les éléments de poignée, les cylindres de serrure et les éléments de fermeture (fermes-portes, aimants électromagnétiques) pour limiter au maximum les risques de dégradation lors de la manutention et du stockage. Les boîtiers de serrures, par contre, doivent être maintenus en place afin de ne pas endommager le matériau intumescent qui les entoure. Les éléments sont triés par modèles, qualités et dimensions. Attention, la masse élevée de certaines portes coupe-feu nécessite des dispositions de levage spécifiques (il n'est pas rare de rencontrer des portes coupe-feu de 100 kg et plus !).

→ **Stockage**. Les vantaux sont préférablement stockés sur la tranche dans des racks adaptés, au moyen de protections adéquates (bandes et coins mousse, feuille intercalaires, etc.). S'il sont stockés sur leur grand côté, il est préférable d'orienter la serrure vers le haut. Lorsque les cadres sont également récupérés, il faut veiller à ne pas les tordre. Pour les cadres métalliques mono-blocs, une latte de renfort (en bois) est généralement nécessaire pour solidariser les montants et éviter leur déformation. Les éléments sont stockés à l'abri du gel, de l'humidité et des intempéries.



Stockage vertical

→ **Traitements**. Hormis un nettoyage superficiel des éléments, aucun traitement spécifique n'est généralement fourni par les opérateurs spécialisés de secteur du réemploi. La remise en conformité d'une porte coupe-feu de réemploi se fait généralement au moment de sa repose par le placeur.

→ **Transport et livraison**. Les précautions nécessaires doivent être prises en vue de limiter la détérioration des éléments : protections intercalaires, protections des coins et des tranches, sanglage des éléments... Ici aussi, le poids élevé de certaines portes coupe-feu devra être pris en compte.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont également en mesure d'indiquer la provenance du produit et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Éléments de quincaillerie



### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Avant leur mise sur le marché, les blocs-portes résistants au feu *neufs* bénéficient presque toujours d'un certificat de contrôle et d'un avis technique émis par un organisme accrédité. Celui-ci garantit leurs performances de résistance au feu et leurs performances d'usage classique, dans des conditions de mise en œuvre définies et pour une validité déterminée. Cette certification volontaire des producteurs n'est pas obligatoire (à ce jour le marquage CE n'est pas non plus obligatoire pour les blocs-portes coupe-feu intérieurs). Elle est accompagnée de notices techniques et d'instructions de pose correspondant au produit testé.

La résistance au feu des blocs-portes est évaluée sur base d'essais destructifs sur des échantillons mis en œuvre, selon la norme d'essai européenne EN 1634-1+A1. Sur base des résultats du rapport d'essai, le système de bloc-porte se voit alors attribuer une classe de performance selon la classification de la norme européenne EN 13501-2 (ou norme nationale encore d'application, voir encadré). Cette classification tient compte des paramètres suivants :

- R = Capacité portante ou stabilité au feu. Les éléments structurels ne doivent pas s'effondrer en cas d'incendie. Ceci ne s'applique pas aux portes coupe-feu qui sont des éléments séparateurs non structurels.
- E = Etanchéité au feu. Aucune fente ni ouverture ne doit permettre le passage de flamme au travers de l'élément pendant une durée déterminée.
- I = Isolation thermique. La porte doit minimiser la propagation de l'incendie par transfert de chaleur susceptible d'enflammer des éléments situés du côté non exposé au feu.
- W = Rayonnement. La porte doit minimiser la propagation de l'incendie par rayonnement susceptible d'enflammer des éléments situés du côté non exposé au feu.



*Jusqu'en 2016, chaque pays européen utilisait son propre système normatif. Par exemple : Rf 30/ Rf 60 en Belgique pour des blocs-portes résistants au feu pendant 30 ou 60 minutes, WBD aux Pays-Bas, SF/PF/CF en France, FD au Royaume-Uni.*

Les portes coupe-feu sont classées en quatre classes: E11, E12, E ou EW. Les réglementations nationales déterminent les classes requises selon la typologie des bâtiments, l'usage des locaux, etc. Par exemple, en Belgique, seule la classe E11 (la plus sévère) est autorisée. Des exigences sur la durée de résistance sont également d'application (par exemple E11 30, E11 60, E11 90, E11 120, classement basé sur les règles précisées par la norme 13501-2). Pour certaines applications (par exemple portes de cages d'escalier dans des immeubles à étages), des performances concernant l'étanchéité aux fumées peuvent également être attendues.

Outre leur aptitude à la résistance au feu, les portes coupe-feu doivent pouvoir répondre aux exigences d'aptitude à l'emploi d'une porte classique. Celles-ci portent notamment sur les dimensions, la planéité, les performances mécaniques, l'acoustique, la sécurité, la manoeuvrabilité, la durabilité, la résistance aux sollicitations hygrométriques, etc.

En cas de *réemploi*, l'aptitude à l'usage des portes coupe-feu peut être évaluée sur base de plusieurs mesures complémentaires :

1. *Vérification sur base du certificat de conformité original.* Au moment de l'achat d'une porte (ou lors de l'inventaire), il s'agit de vérifier que l'état de la porte correspond bien aux indications reprises dans la fiche technique du fabricant et/ou dans le certificat de conformité. La vignette de conformité mentionne le nom de l'organisme certificateur, la méthode de contrôle, la classification de résistance au feu (selon les anciennes classifications nationales ou la classification harmonisée européenne), le numéro de certificat et les contrôles d'entretien éventuels.

Les éventuelles modifications apportées aux portes doivent respecter scrupuleusement les directives établies dans la notice technique accompagnant le certificat de contrôle. Celles-ci explicitent ce qui est possible et ce qui ne l'est pas en matière de fraisage des trous de cylindre, de remplacement du boîtier de serrure, d'ajout de

*Le certificat de contrôle et les notices techniques sont généralement disponibles auprès du fabricant ou de l'organisme certificateur (voir leur site internet). La durée de validité peut être prolongée par le producteur. Les portes installées pendant la période de validité du certificat sont donc présumées conformes pour autant que la mise en œuvre respecte scrupuleusement les directives de la notice technique. Si le certificat n'est plus valide, cela ne signifie pas nécessairement que les performances de résistance au feu de la porte ne sont plus valables, mais plutôt que le fabricant a cessé de produire ce type de porte et n'a pas renouvelé le certificat. Dans le cas de lots de taille importante, il peut être utile de contacter un organisme de contrôle certifié pour juger de la pertinence d'une recertification. Dans tous les cas, il est conseillé de demander l'avis des autorités compétentes en cas de doute sur la sécurité incendie des bâtiments.*

plaques de renforcement, de percement du vantail ou de l'encadrement, de remplacement des poignées et charnières, ou encore de modifications des dimensions du vantail ou de l'encadrement, etc.). Si le vantail doit être légèrement raboté (afin d'ajuster son positionnement dans l'encadrement ou suite à la mise en œuvre d'un nouveau revêtement de sol, par exemple), il est essentiel que les bandes intumescents de la structure interne ne deviennent pas apparentes suite à l'enlèvement de matière.

Une attention particulière doit être également portée aux éventuels dégâts des eaux. La présence d'indices tels que des taches d'humidité, des défauts de planéité ou encore des dégradations sur la tranche inférieure du vantail généralement peut indiquer une dégradation des produits intumescents contenus dans le vantail. Les bandes intumescents visibles peuvent également être contrôlées visuellement.

2. *Évaluation du matériel par un installateur agréé.* Celui-ci pourra reposer le(s) élément(s) selon les prescriptions requises. L'installateur pourra également commander les éléments d'encadrement et la quincaillerie nécessaire à une remise en œuvre conforme (voir application et mise en œuvre).

3. *Re-certification.* Une porte ré-installée peut également être certifiée à nouveau ou de manière complémentaire par un organisme de contrôle agréé avant sa remise en service, à la demande de l'une des parties concernées (constructeur, architecte, entrepreneur, installateur, assureur).





### Applications et mise en œuvre

**Il est généralement plus facile d'installer un vantail (et sa quincaillerie) de réemploi dans un cadre neuf et avec de nouvelles charnières. Les fabricants de blocs-portes coupe-feu sont généralement en mesure de fournir les éléments nécessaires à une remise en œuvre conforme. Les notices techniques qui accompagnent le certificat de contrôle d'origine fournissent des informations sur les autres possibilités de mise en œuvre et les détails d'application : compatibilité avec les produits d'un autre fabricant, construction d'un encadrement sur mesure selon les prescriptions décrites, compatibilité des serrures et charnières.**

Il est fortement recommandé de faire installer la porte par un placeur certifié qui pourra également fournir un rapport de placement et apposer une étiquette de conformité sur le produit placé.

À cet égard, la remise en œuvre de portes coupe-feu de réemploi ne diffère pas de celle des portes coupe-feu neuves. Elle soulève les mêmes points d'attention et doit se conformer aux prescriptions du fabricant, aux notices techniques accompagnant le certificat de contrôle d'origine, aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre. Celles-ci touchent notamment à la conformité des aspects suivants :

- dimensions de la porte (vantail, encadrement, battée, etc.) ;
- accessoires (serrures, charnières, système de fermeture, etc.) ;
- matériaux (densité du bois pour la fabrication d'encadrements sur mesure, type et rigidité du revêtement de sol, etc.) ;
- exécution des encadrements sur mesure ;
- resserrage entre le cadre et le gros oeuvre (type d'isolant, épaisseur, etc.) ;
- ajustement du système (jeu, écart par rapport au sol, planéité, revêtement de sol, etc.) ;
- fonctionnement en cas d'incendie (fonctionnement du système de fermeture automatique) ;
- présence et position de la vignette de certification (+ vignette d'entretien) ;
- etc.

Afin de garantir les performances du bloc-porte et son bon fonctionnement tout au long de sa durée de vie, il est nécessaire de prévoir un entretien régulier : nettoyage, lubrification des quincailleries, remplacement des pièces usées ou des éléments manquants, ajustement du jeu entre le vantail et le cadre, inspection visuelle des bandes intumescentes, réparations de dégâts mineurs, inspection de dégâts d'humidité, etc.

*Les portes coupe-feu peuvent également être remises en œuvre en tant que portes "classiques" (c'est-à-dire non soumises à des exigences de résistance au feu). Dans ce cas, les légères dégradations, les modifications ou les changements de dimensions revêtent une moindre importance. Il est alors recommandé d'enlever les vignettes de certification pour éviter que la porte ne puisse être ré-installée comme porte coupe-feu.*



Exemple 1 : avant réemploi



Exemple 1 : après réemploi



Exemple 2 : avant réemploi



Exemple 2 : après réemploi





### Disponibilité

Les portes coupe-feu sont actuellement un produit peu courant et peu demandé sur le marché du réemploi. L'offre physique se rencontre principalement auprès de revendeurs spécialisés (ou entrepreneurs en démolition) actifs en milieu urbain. Les lots disponibles comptent souvent moins de 10 pièces similaires. La plupart du temps, seuls les vantaux et certains éléments de quincaillerie sont disponibles.

Cependant, il est possible de se procurer des lots de taille plus importante lors de la libération programmée de matériaux provenant de la démolition/rénovation de bâtiment d'envergure. La mise en relation avec les entreprises impliquées peut alors déboucher sur le réemploi potentiel de lots de dizaines voire de centaines de portes coupe-feu.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient assez peu selon les modèles. Ils sont d'environ 50 à 70 €/pièce pour des vantaux de portes coupe-feu intacts.

A titre informatif, le budget total consacré à l'installation d'une porte coupe-feu neuve standard de type EI1 60 est souvent compris entre 600 et 1 300 €.

### Substances dangereuses et précautions



Les anciennes portes coupe-feu (avant 1997) sont susceptibles de contenir de *l'amiante*.



#### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

#### Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)

kg CO<sub>2</sub> eq./UF

Base de donnée INIES (FR) - MALERBA - Déclaration individuelle - Bloc porte bois résistant au feu sur huisserie bois *	44,4
Base de donnée INIES (FR) - MALERBA - Déclaration individuelle - Bloc porte bois résistant au feu sur huisserie métallique *	18,6
ASSA ABLOY - Déclaration individuelle - Bloc porte acier résistant au feu sur huisserie métallique *	40,9

\* UF (Unité Fonctionnelle) = mètre carré de surface d'ouverture avant pose



Selon les sources, réutiliser 1 m<sup>2</sup> de un bloc-porte coupe-feu standard (dimension hors tout) permet de prévenir la production de ~19 à ~44 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication d'un bloc-porte coupe-feu neuf (phase de production uniquement). Cela correspond aux émissions provoquées par un trajet de ~112 à ~266 km effectué dans une petite voiture diesel.

Attention: ces chiffres sont à revoir à la baisse si seul le vantail est réemployé.

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description des éléments

Apparues il y a plus de 500 ans, les portes en bois à panneaux, également appelées « portes menuisées » ou « portes traditionnelles », ont connu de multiples déclinaisons au cours du temps et sont encore couramment produites de nos jours. On les retrouve fréquemment sur le marché du réemploi, avec une très grande diversité de formes, de styles mais aussi de matériaux constitutifs (bois massif, semi-massif, contreplaqué, stratifié ou lamellé-collé, etc.). L'un des modèles les plus courants concerne les portes **battantes** simples. Les essences de bois utilisées le plus fréquemment sont le **chêne**, le **frêne**, le **pin** et autres **résineux**, le **méranthi**, le **noyer**, et dans une moindre mesure les bois exotiques.

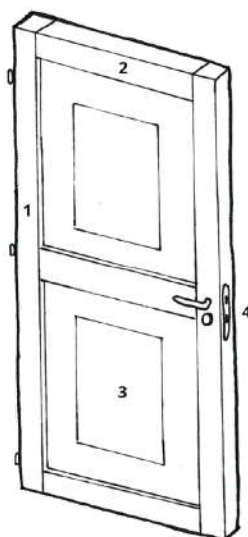
La présente fiche s'intéresse aux portes intérieures dites « de communication », c'est-à-dire ne présentant pas de caractéristiques techniques particulières de résistance au feu, d'isolation thermique, d'isolation acoustique, de résistance à l'effraction ni de stabilité. Elles sont posées entre deux locaux d'habitation qui ne présentent pas de grandes différences climatologiques (température et humidité atmosphérique). Cette fiche ne concerne donc pas les portes extérieures, les portes palières ni les portes de cave.

De manière générale, un *bloc-porte* intérieur prêt à l'emploi se compose de :

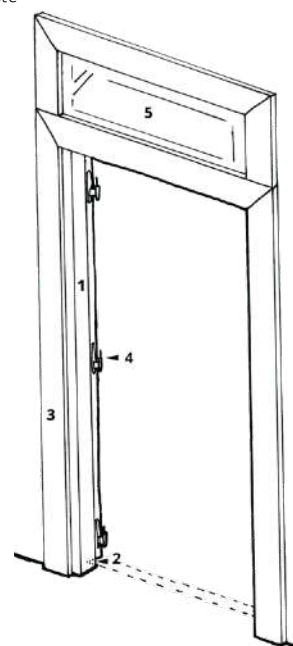
→ *Un ou deux vantaux*, également appelés « battants » : c'est la partie mobile de la porte. Ceux-ci sont constitués d'un assemblage de montants et de traverses (souvent en bois massif ou en bois lamellé-collé) et d'éléments de remplissage (souvent à base de panneaux en bois massif, en contreplaqué, à particules ou de verre). Les éléments non massifs sont généralement revêtus d'une feuille de placage en bois naturel. Les panneaux d'un vantail ne sont généralement pas solidarisés aux montants et aux traverses, de sorte que lorsque le bois travaille, les panneaux ne se fissent pas. Le vantail est généralement muni d'une série d'accessoires tels que des poignées, des paumelles ou charnières, des serrures, etc. Le nombre de panneaux, la forme des moulures et les détails des menuiseries sont souvent caractéristiques d'un style ou d'une époque.

→ *Un encadrement fixe*, également appelé « bâti dormant » ou « huisserie ». Celui-ci est généralement constitué de différentes pièces fixées autour de l'ouverture. Il sert de finition autour du percement de l'ouverture et permet d'ajuster au plus près le battant à l'ouverture. Selon les modèles, il peut être muni d'une imposte ou d'un élément de vitrage fixe.

1. Ebrusement
2. Feuillure ou battée
3. Couvre-joint (chambranle)
4. Paumelle ou charnière
5. Imposte



1. Montants
2. Traverses
3. Panneaux
4. Quincaillerie



Anatomie d'un encadrement de porte

Anatomie d'un vantail de porte en bois à panneaux



Porte à 8 panneaux, dont 6 vitrés, peinte



Porte à 2 panneaux droits pleins, brute



Porte à 3 panneaux, dont 1 vitré, style « chapeau de gendarme », vernie



Porte à 3 panneaux droits pleins, peinte





## Récupération des éléments

**Les portes intérieures à panneaux se retrouvent principalement dans des bâtiments d'habitation mais aussi d'anciens bâtiments scolaires, des couvents, des dispensaires, etc.**

La plupart du temps, la récupération des vantaux de porte est relativement aisée. Le démontage soigneux des encadrements peut poser davantage de difficultés. Celles-ci dépendent essentiellement de la mise en œuvre d'origine et de la nature des matériaux constitutifs du cadre. Typiquement, les bois recomposés d'usage plus récents se prêtent plus difficilement au démontage soigneux que les éléments plus anciens en bois massif. Les encadrements sont également plus vulnérables aux détériorations susceptibles de survenir lors du transport et de l'entreposage. En pratique, les encadrements ne sont souvent récupérés que lorsqu'ils présentent un intérêt particulier en raison de leur âge, de leur style, de leur caractère, de leur composition matérielle ou encore de leur cohérence étroite avec les vantaux correspondants (par exemple, s'ils ont une forme ou des dimensions très spécifiques).

Les portes intérieures se prêtent bien au réemploi sur site. Elles peuvent également intéresser des fournisseurs spécialisés actifs sur le marché du réemploi. Les étapes typiques d'un processus de récupération sont les suivantes :

→ **Évaluation du potentiel.** Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au fabricant (pour les portes plus récentes), au modèle, aux dimensions, à la quantité présumée. Les points d'attention sont entre autres :

- L'état général du lot. Les éléments sont-ils en bon état (vantaux, encadrement, serrure, quincaillerie, etc.) ? Y a-t-il des traces de champignons, d'insectes xylophages ou de gonflement dû à un excès d'humidité ? L'encadrement est-il récupérable ? Les vantaux ont-ils subi des modifications ? Peuvent-ils être restaurés ou redimensionnés ? Existe-t-il un risque de présence de substances dangereuses (anciennes peintures au plomb) ? etc.

- L'intérêt commercial, dépendant du modèle, de la quantité, des réparations éventuelles, du potentiel de revente, etc.
- Les dispositions logistiques, telles que les délais impartis, les contraintes pour la manutention, le transport, etc.

→ **Dépose.** Le démontage soigneux doit viser à assurer la parfaite intégrité des éléments (soit du bloc-porte dans son ensemble, soit uniquement du vantail et de ses accessoires). Chaque élément d'un même bloc-porte sera correctement répertorié. Après extraction, il est conseillé de démonter les paumelles ou charnières, les poignées, les serrures, etc. pour limiter au maximum les risques de dégradation lors de la manutention et du stockage. Les éléments sont triés par modèles, qualités et dimensions. Les éléments d'encadrement peuvent être démontés précautionneusement au moyen de ciseaux à bois. Les encadrements en bois recomposé sont difficilement récupérables. Une attention particulière sera apportée aux éléments de vitrage. Il est conseillé de conserver soigneusement les poignées et les serrures, même défectueuses, afin de pouvoir, le cas échéant, retrouver le modèle correspondant.

→ **Inventaire.** Afin de faciliter le travail de conception et de remise en œuvre, il est conseillé de prendre les mesures de chaque élément séparé au moment de la dépose, et d'attribuer une numérotation spécifique à tous les éléments d'un même bloc-porte. Il est recommandé de répertorier le sens d'ouverture de chaque porte. Attention, même un lot constitué d'une série cohérente de portes identiques peut présenter des variations dimensionnelles en raison de modifications apportées lors de la phase d'usage (rabotage d'une porte lors de la pose d'un nouveau plancher dans une pièce, par exemple).

→ **Stockage.** Les vantaux sont préférablement stockés sur la tranche dans des racks adaptés, au moyen de protections adéquates (bandes et coins mousse, feuille intercalaires, etc.). S'il sont stockés sur leur grand côté, il est préférable d'orienter la serrure vers le haut. Chez la plupart des fournisseurs professionnels, les portes sont stockées à la verticale, sur des cales en bois. Pour éviter les risques de déformations ou de brisures des éléments vitrés, il est déconseillé de stocker à plat. Les éléments constitutifs des huisseries et les éléments de quincaillerie sont stockés en paquets séparés. Les éléments sont idéalement stockés à l'abri du gel, à température ambiante (15°C à 25°C), à

l'abri de l'humidité et de la poussière (humidité relative de l'air recommandée de 40 à 65 %). Pour autant que les conditions de stockage soient bien respectées, les portes en bois de récupération possèdent une excellente stabilité dimensionnelle.

→ **Opérations.** Selon leur état, les éléments de portes peuvent passer par plusieurs opérations avant d'être remises en œuvre. La plupart des fournisseurs spécialisés dans les portes de réemploi sont en mesure d'effectuer ces opérations - et certains fournisseurs les proposent d'office lors de la vente des portes. Il arrive cependant que le bois soit récupéré ou vendu dans son état d'origine. Il appartient alors à l'acheteur d'anticiper ces étapes. Dans ce cas, il est important d'obtenir des informations claires de la part du vendeur, notamment sur le matériau constitutif de la porte. Par exemple, les portes en bois semi-massif ont l'apparence d'une porte en bois massif mais ne résistent pas aussi bien à toutes les opérations de restauration.



Stockage vertical



Stockage vertical

### Dispositifs de fixations

Dans l'éventualité où de nouvelles charnières, paumelles ou fiches doivent être posées, il convient de choisir celles-ci au regard du poids de la porte. Autrement, la porte risque de tomber ou de se bloquer. Pour plus d'informations, il est conseillé de se référer aux spécifications du fournisseur de quincaillerie.



- **Traitement de surface.** Dans beaucoup de cas, les portes ne nécessitent aucun traitement spécifique, si ce n'est un nettoyage superficiel ou d'éventuelles retouches localisées. Il peut cependant arriver que la nouvelle application requiert d'enlever l'ancienne couche de finition présente sur les éléments en bois (vernis, peinture, lasure, etc.). Cela peut se faire par ponçage, grattage, sablage, décapage thermique ou chimique. Ces techniques demandent un savoir-faire et peuvent considérablement endommager le matériau si elles ne sont pas maîtrisées. De plus, des précautions particulières doivent être prises pour limiter les risques associés, tels que les vapeurs toxiques issues du décapage chimique ou la toxicité des anciennes peintures au plomb. Plusieurs ateliers spécialisés, collaborant régulièrement avec des fournisseurs de portes anciennes, proposent un service de décapage chimique par trempage dans un bain de soude caustique. Les éléments de porte en bois reconstitué (aggloméré, contreplaqué, etc.) ne résistent pas à cette opération.

L'application d'une nouvelle couche de finition est possible en atelier ou au moment de la remise en œuvre : saturateur, vernis, lasure, peinture, etc. Un traitement curatif spécifique est à envisager en cas de présence d'insectes xylophages ou de champignons. Ces produits seront choisis au regard de l'esthétique recherchée, de leur impact environnemental et de leur influence sur la qualité de l'air intérieur.

- **Prestations de menuiserie.** Beaucoup de revendeurs spécialisés disposent d'un atelier de menuiserie et sont en mesure d'effectuer des opérations telles que l'ajustement ou le redimensionnement de la taille des vantaux, la reprise des traverses, le remplacement de panneaux endommagés, les réparations superficielles, la fabrication d'un nouvel encadrement, la modification du sens d'ouverture, la pose d'un joint de feuillure, le dégraissement de chant, le fraisage des emplacements de charnières et de serrures, le percement du trou de gâche, etc. De telles opérations peuvent également être confiées à un menuisier classique. Ces opérations ne conviennent pas forcément aux éléments en bois recomposé.

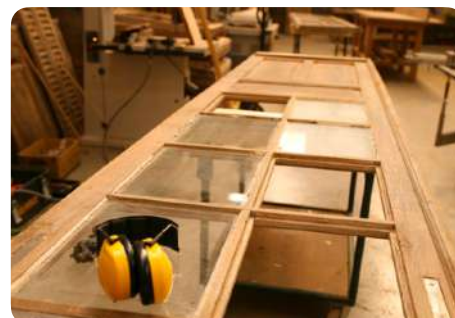
- **Remplacement de la quincaillerie.** Le remplacement des éléments de quincaillerie n'est pas toujours évident. Il est relativement aisé de remplacer les charnières man-

quantes, à condition de respecter les spécifications de charge (poids maximal par élément, largeur de la porte, nombre d'éléments par porte). Il est par contre plus compliqué de remplacer les poignées et les serrures d'origine qui ont disparu, ou qui s'avèrent inutilisables. Certains revendeurs spécialisés sont cependant capables d'effectuer la remise en état à partir d'éléments d'origine ou de copies de modèles anciens. Le prix dépendra notamment de la qualité de la ferrure et du matériau utilisé. Il est donc vivement conseillé de conserver les éléments défectueux pour faciliter leur remplacement.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires doivent être prises en vue de limiter la détérioration des éléments : protections intercalaires, protections des coins et des tranches, sanglage des éléments, etc.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au produit. Dans certains cas, un service de pose avec garantie décennale peut accompagner le produit. Certains fournisseurs sont également en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (*pour plus d'information, consulter fiche introductive*).

*Installation de trempage chimique**Redimensionnement**Remplacement d'éléments de vitrage**Le sablage du bois peut creuser des sillons**Panneau plein fissuré**Porte à panneau décapée et poncée**Éléments de quincaillerie de réemploi*





## Applications et mise en œuvre

**Les portes intérieures à panneaux en bois de récupération peuvent être utilisées comme portes de communication dans des immeubles résidentiels où elles sont soumises à des sollicitations modérées, caractérisées par un faible gradient thermique et hygroscopique entre les pièces, peu ou pas d'exigences acoustiques spécifiques, applications non industrielles, etc. Certaines portes de réemploi peuvent également convenir pour des usages plus exigeants. Elles doivent alors démontrer spécifiquement leur aptitude à l'usage.**

Dans tous les cas, les portes doivent être compatibles avec l'usage du local où elles sont installées (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient à cet égard de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit, aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre.

En phase de conception, le réemploi des portes soulève fréquemment la question des dimensions. Il s'agit en effet de s'assurer de la correspondance entre les dimensions des ouvertures et celles des portes. Plusieurs cas de figure se rencontrent :

- Soit la porte est préexistante au dessin de l'ouverture. C'est par exemple le cas où des portes ont été démontées dans un bâtiment ancien pour être reposées dans un nouveau projet, encore en phase de conception. Le concepteur peut alors s'appuyer sur l'inventaire des portes disponibles pour dessiner sur mesure les nouvelles ouvertures.
- Soit l'ouverture est préexistante au choix de la porte. C'est par exemple le cas de la rénovation d'un bâtiment existant qui souhaite mettre en œuvre des portes issues du réemploi. Dans ce cas, il s'agit de dénicher des portes dont les dimensions correspondent à celles des ouvertures. Les fournisseurs spécialisés disposent généralement d'un stock considérable et, la plupart du temps, il est possible d'y trouver son bonheur.

Il faut noter que la mise en œuvre laisse tout de même une certaine marge de manœuvre puisqu'il est généralement possible de d'ajuster les dimensions en adaptant quelque peu l'encadrement, en rabotant légèrement le vantail voire en redimensionnant complètement la porte (pour autant que

le modèle le permette). Dans tous les cas, ces opérations gagnent à être bien anticipées. Un inventaire détaillé reprenant les dimensions respectives des ouvertures et des vantaux peut grandement faciliter le *match-making*.

Lorsque l'encadrement original est réemployé, ce dernier doit souvent être raccourci pour s'adapter à l'épaisseur du mur de la nouvelle ouverture (souvent plus fin qu'un mur plus ancien).

Lorsque l'encadrement d'origine n'a pas été récupéré, il s'agira d'en prévoir un nouveau. Celui-ci devra être conçu en tenant compte du caractère du vantail réemployé pour éviter une rupture de style au niveau de l'essence du bois, du caractère des finitions, de la patine, etc. (à moins que cette rupture ne soit justement l'effet recherché).

Lorsqu'elle est confiée à une personne qualifiée, la remise en œuvre de portes de réemploi ne diffère pas de celle des portes neuves. Elle soulève les mêmes points d'attention :

- dimensions de la porte (vantail, encadrement, feuillure, accessibilité aux personnes à mobilité réduite, etc.) ;
- performances requises (mécaniques, stabilité dimensionnelle, luminosité, passage d'air sous la porte, etc.) ;
- modèle (un ou deux vantaux, à chant droit, à recouvrement, ouvrant gauche, ouvrant droit, etc.) ;
- matériaux (type de bois, support mural, revêtement de sol, etc.) ;
- accessoires (serrures, charnières, paumelles ou fiches, poignées, rosaces, butée de porte, etc.) ;
- exécution des encadrements, tolérances dimensionnelles (aplomb, équerrage, niveau, etc.), moyens de fixation, support, type d'hubriserie (traditionnelle, rénovation, pose fin de chantier, chambranle/contre-chambranle), etc. ;
- ajustement du système (équerrage, niveau, aplomb, jeu, écart par rapport au sol, revêtement de sol, etc.) ;
- finition (placage, vernis, peinture, lasure, saturateur, etc.).

Chaque porte demande une approche individualisée. Les portes anciennes d'une même série peuvent parfois présenter des différences, plus ou moins prononcées.

Après s'être assuré que les portes ont été stockées dans un environnement contrôlé (pour assurer un humidité du bois comprise entre 8 et 12%), il est recommandé d'acclimater les portes à leur nouvel environnement en les laissant reposer 24h dans l'espace où elles seront posées (plus si possible). Cela permet d'éviter que les éventuelles déformations ne surviennent alors qu'elles sont déjà en place.

Un bon entretien est essentiel au bon fonctionnement et au maintien des performances du bloc-porte tout au long de sa durée de vie : nettoyage, lubrification des quincailleries, remplacement des pièces usées ou des éléments manquants, ajustement du jeu entre le vantail et l'encadrement, réparations de dégâts mineurs, inspection de dégâts d'humidité, etc.



Adaptation ou remplacement des quincailleries

### Astuce conception

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir d'accepter des portes de modèles différents, pour autant qu'elles remplissent les critères requis (dimensions, présence d'éléments vitrés, même essence de bois, etc.).

Attention ! Les portes anciennes n'ont pas nécessairement les mêmes dimensions que les portes standards plus récentes. Il convient d'en tenir compte lors de la conception et des travaux.





### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Les performances attendues des portes intérieures dépendent de l'application visée. Celle-ci est généralement définie par :

- le type de bâtiment dans lequel la porte est posée : bâtiment résidentiel, non résidentiel, public, écoles, etc.
- la nature des locaux à séparer : salle de bain, cuisine, local de classe, chaufferie, etc.
- la nature du mouvement de la porte : battante, pivotante, coulissante, etc.

De manière générale, les portes sans caractéristiques spéciales doivent présenter les performances de base auxquelles toutes les portes pour applications non industrielles doivent répondre. Au niveau européen, une norme produit relative à la détermination des caractéristiques de performance des blocs-portes intérieurs pour piétons fait actuellement l'objet d'un projet de norme harmonisée européenne (prEN 14351-2). Actuellement, ces exigences minimales sont régies par les normes et les spécifications nationales d'application.

L'évaluation de la conformité des portes à panneaux de réemploi à ces exigences n'est pas évidente. Les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) à prendre en compte sont abordées dans le tableau ci-dessous. La plupart du temps cependant, on peut considérer que les portes de réemploi conservent leurs propriétés mécaniques, pour autant que la dépose s'est effectuée de manière soignée, et que le contact avec un environnement humide a été évité. Souvent, il n'est pas justifié économiquement de procéder à des tests performantiels, soit parce que la quantité de portes similaires à mettre en œuvre est trop faible, soit parce que les portes présentent des caractéristiques uniques qui doivent être évaluées au cas par cas.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Sens de rotation</b>	<p>Il convient de définir clairement le sens de rotation des portes. La norme EN 12519 définit le sens de rotation comme la direction de fermeture alors que la plupart des fabricants de portes neuves le détermine dans la direction d'ouverture.</p> <p>Ex :</p> <p>1) ouvrant gauche ; 2) ouvrant droit</p>
<b>Tolérance dimensionnelle</b>	<p>Les portes en bois ont tendance à se dilater ou se contracter selon les fluctuations de température et d'humidité. Tout au long de leur vie en œuvre, les portes de réemploi ont été soumises à des conditions qui leur sont propres et qui ne sont pas forcément connues. Certaines déformations présentent un caractère réversible tandis que d'autres se marquent définitivement. Les déformations irréversibles peuvent être évaluées au moyen d'une inspection visuelle détaillée (courbure, planéité, etc.) de la porte en condition climatique normale. Dans certains cas, elles pourront être corrigées en atelier, sinon elles devront être écartées. Il est également conseillé de se renseigner sur les conditions de stockage et d'acclimater les portes à leur nouvel environnement pendant minimum 24 heures avant la pose (<u>plusieurs jours si possible !</u>).</p> <p>Concernant les dimensions nominales annoncées par le vendeur (hauteur, largeur, épaisseur, équerrage), un écart maximal de <math>\pm 1.5</math> (épaisseur) à 2.0 mm (hauteur et largeur) est couramment accepté au moment de la réception (classe de tolérance 1). La norme EN 1529 définit ces spécifications.</p>
<b>Stabilité de la forme, planéité, résistance hygrométrique</b>	<p>Ces caractéristiques sont difficiles à évaluer. Elles définissent le degré de déformation (torsion, courbure, gauchissement etc.) des portes lorsqu'elles sont soumises à des variations ou des gradients de température et d'humidité sans que cela n'affecte leur fonctionnement. Afin de pallier cette incertitude, il est conseillé de mettre en œuvre les portes à panneau de réemploi dans des applications intérieures à sollicitations faibles. Il est également conseillé d'acclimater les portes à leur environnement définitif au minimum 24 heures avant la pose (<u>plusieurs jours si possible !</u>).</p> <p>Dans les pièces humides (salle de bains, cuisine, toilettes, buanderie...), l'ouverture de passage sous la porte doit être suffisante pour permettre une bonne circulation d'air. Il est aussi envisageable d'installer une grille de ventilation prévue à cet effet.</p>
<b>Fréquence d'utilisation</b>	<p>Une porte intérieure doit s'ouvrir et se fermer parfaitement pendant toute sa durée de vie. Une utilisation normale ne doit pas altérer son apparence ni son fonctionnement. L'implication d'un professionnel ou d'un artisan permet généralement de fiabiliser cette performance.</p>



Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance mécanique</b>	<p>La résistance mécanique exprime la capacité d'une porte à résister à des charges imprévues telles que les coups de pied ou le forçage. Bien qu'une série de tests permette d'évaluer cette performance dans le cas de portes neuves (par exemple : test de charge angulaire verticale avec porte ouverte [NBN EN 947], couple statique avec porte ouverte [NBN EN 948], chocs avec un corps mou et lourd lorsque la porte est fermée [NBN EN 949], chocs lorsque la porte est fermée [NBN EN 950]), il est difficilement envisageable de les appliquer aux portes de réemploi.</p> <p>Néanmoins, l'expérience d'un professionnel ou d'un artisan permet généralement de s'assurer de la fiabilité globale d'une porte, au regard des spécificités du vantail et de l'encadrement (poids, épaisseur et type de bois, nature et épaisseur des parois, etc.) et de la capacité de charge des dispositifs de fixation (charnières, paumelles, etc.).</p>

Concernant la conception de nouvelles huisseries pour la remise en oeuvre des vantaux de portes de réemploi, il est recommandé de se conformer à la norme européenne EN 942 qui décrit les exigences générales relatives au bois dans les menuiseries et à la norme EN 14221 qui définit les exigences et les spécifications applicables aux bois et matériaux à base de bois dans les vantaux et dormants de portes intérieures. Des normes spécifiques traitent également des bois aboutés, lamellés collés ou bois recomposés.



Réemploi de portes à panneaux © Cyrus Cornut, Grande Halle de Colombelles, WIP. Architectes : Encore Heureux (FR)



Réemploi de porte à panneaux © Sophie Boone (BE)



**Disponibilité**

Bien qu'il existe de nombreux types et modèles, les portes à panneaux en bois sont un produit très courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend des quantités recherchées mais il est tout à fait possible de se procurer des lots relativement conséquents de portes identiques. A titre indicatif :

Fréquent	Lot de 1 pièce
Occasionnel	Lot de 2 à 10 pièces identiques
Rare	Lot > 10 pièces identiques

*Porte à chant droit ou à recouvrement*

*Les modèles de portes à panneaux de réemploi varient fortement selon les pays. En Belgique et en France, par exemple, les modèles courants sont "à chant droit" tandis qu'aux Pays-Bas et en Allemagne, ce sont les modèles à recouvrement qui sont le plus représentés.*

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient fortement selon les modèles, les dimensions, l'essence de bois, la finition et les fournisseurs. Les portes en chêne sont les plus chères, mais le pin et le pitchpin sont également recherchés.

→ Prix fourniture :

- Vantail de porte simple non décapé : ~30 €/pièce
- Vantail de porte simple décapé : ~60 €/pièce
- Vantail de porte du début du 20<sup>è</sup> siècle non décapé : 100 à 200 €/pièce

→ Redimensionnement : 50 à 150 €/pièce selon la complexité

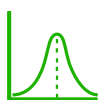
→ Décapage chimique en bain : 50 à 80 €/pièce

Il convient toutefois de budgétiser également le remplacement des pièces de quincaillerie absentes ou défectueuses.

Même en tenant compte de ces opérations spécifiques aux logiques de réemploi, les portes en bois à panneaux de récupération constituent généralement une alternative bon marché aux produits neufs.



Manuel illustré pour le démontage des portes et accessoires : <https://reuse.brussels/pdf/portes-et-accessoires.pdf>



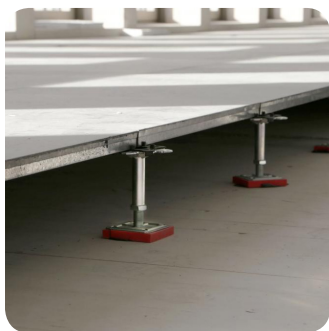
*L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, l'utilisation de traitement de préservation, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.*

**Substances dangereuses et précautions**

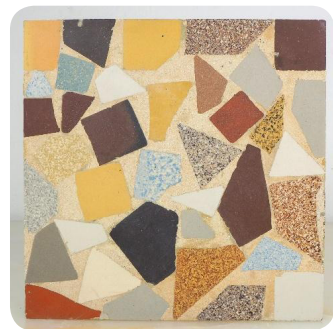


Un diagnostic *plomb* peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les vantaux et les huisseries. Ce diagnostic peut s'effectuer soit grâce à un kit-test pour le plomb disponible dans le commerce, soit en envoyant un échantillon de la peinture en laboratoire ou soit en faisant effectuer ce test par un professionnel. Si la présence de plomb est avérée, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et/ou une remise en peinture via un opérateur spécialisé. Il est fortement déconseillé d'utiliser un décapeur thermique, une ponceuse ou du papier de verre pour enlever la peinture au plomb. Un décapage chimique sera privilégié, moyennant les dispositions sanitaires et environnementales adéquates.





# FINITIONS INTÉRIEURES



- Carreau de faïence murale
- Carreau à base de ciment
- Carreau en terre cuite non émaillé
- Carreau en grès cérame non émaillé
- Parquet en bois massif
- Plancher surélevé à accès libre
- Dalles de moquette
- Dalle de revêtement de sol en pierre naturelle
- Tablette en pierre naturelle



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

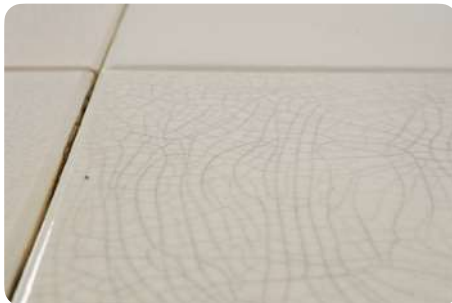


**Description de matériau**

Les carreaux de faïence se reconnaissent à leur surface émaillée. Ils sont fabriqués à partir d'un biscuit (ou tesson) constitué d'une pâte d'argile, de quartz et de calcaire, de couleur blanchâtre, terreux ou teinté, cuit entre 1000°C et 1200 °C, puis recouvert d'un émail incolore ou teinté, uni ou à motif, durci au four vers 1050°C (bi-cuisson). Le biscuit des faïences est généralement très perméable (porosité Eb > 10%) tandis que la couche d'émail procure une couche de protection contre l'usure et rend la face émaillée moins perméable aux liquides.

Ce matériau produit depuis des siècles a vu son usage se répandre fortement au cours du 20ème siècle. Un exemple célèbre est le carreau "métrô" recouvrant les stations du métro parisien, et dont le modèle de carreau est toujours reproduit actuellement. Ce matériau est généralement utilisé comme revêtement mural intérieur, notamment dans des espaces sanitaires, dans des bâtiments privés, publics et collectifs. Ils peuvent être confondus avec leurs homologues en grès émaillé ou en grès cérame émaillé, qui sont plus solides, moins poreux et plus résistants aux chocs et aux écarts de température.

Le réemploi de ce produit est possible mais dépend fortement de l'état de la couche émaillée. Si celle-ci est altérée, le produit perdra beaucoup de ses propriétés intéressantes et verra ses nouveaux usages fortement limités. De plus, leur démontage est souvent délicat. Ce matériau se retrouve



→ **Formats** : les formats sont multiples mais généralement de forme carrée et rectangulaire. Leurs dimensions nominales sont généralement de l'ordre 10×10 cm, 15×15 cm, 20×20 cm et 10×20 cm, 7,5×15 cm (carrelage « métrô »). Des éléments de frise, plus petits, sont parfois présents. L'épaisseur est variable selon les modèles et généralement comprise entre 5 et 7 mm.

→ **Finition** : surface visible émaillée mate ou brillante. La finition des bords des carreaux peut prendre diverses formes : bords droits (émaillés ou non émaillés), bords chanfreinés ou arrondis sur une tranche (carreaux de bords), arrondis sur deux tranches (carreaux de coin).

→ **Texture** : majoritairement lisse et uniforme pour la face supérieure (visible). Les tranches peuvent être en partie recouvertes d'émail. Certains modèles ou éléments de frise peuvent également présenter un relief sur la surface supérieure. La face inférieure (non visible) est généralement pourvue d'un léger relief pour améliorer l'adhérence au support. Dans beaucoup de cas, le nom du fabricant figure sur la face inférieure.

→ **Coloris** : les coloris sont variés, généralement de teinte unie ou présentant des motifs décoratifs. Les couleurs sont souvent plus vives que pour leurs homologues en grès cérame. Lorsque l'émail s'use, on voit apparaître le biscuit de couleur blanche ou terreuse.

donc rarement en grande quantité sur le marché du réemploi. En revanche, on y trouve de façon beaucoup plus stable de petits lots de carreaux à motifs peints à la main et/ou possédant une haute valeur patrimoniale (par exemple, des carreaux de faïence de Delft).







### Récupération du matériau

**Les carreaux de faïence murale se rencontrent régulièrement dans le bâti existant. Bien que leur démontage soit délicat, ces carreaux peuvent représenter une belle opportunité de réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux.**

→ **Tests de démontage** : des tests de démontage permettent de vérifier la faisabilité et la rentabilité de la dépose. Le type de pose (mortier ciment/chaux, mortier-colle, colle) et les caractéristiques des joints (épaisseur, composition) affectent fortement la possibilité de démonter proprement le matériau.

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des carreaux et une certaine homogénéité des lots. Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein du carrelage en libérant préalablement 2 côtés (perpendiculaires) des carreaux à desseller. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Les carreaux seront triés par qualités, couleurs, dimen-

sions et degré de nettoyage. Ils seront stockés sur la tranche en évitant les risques d'abrasion de l'émail. Le stockage « belle face » contre « belle face » sera privilégié.

→ **Traitement** : le principal traitement proposé par les fournisseurs de carreaux de faïence de réemploi est le nettoyage mécanique des restes de mortier sur la face inférieure et sur les tranches. Cette étape manuelle est généralement réalisée au moyen d'un outil tranchant et impose un tri systématique en aval. Les carreaux présentant des éclats, des coups dans l'émail et/ou des fêlures sont déclassés. Les carreaux avec résidus de colles sont souvent vendus en l'état, ce qui implique des dispositions particulières au moment de la reposer (il est suggéré de demander conseil à un carreleur professionnel).

→ **Stockage** : les carreaux sont stockés en vrac sur palettes, dans des caissettes ou reconditionnés en paquets, en prenant les précautions nécessaires pour éviter l'usure de l'émail. Les carreaux doivent impérativement être stockés à l'abri du gel et des intempéries.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc). Il est à noter que les carrelages préempaquetés facilitent la pose.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Démontage des carreaux



Carreaux démontés



Carreaux reconditionnés en paquets



## Applications et mise en œuvre

Les carreaux céramiques de faïence émaillés sont recommandés pour des applications murales intérieures, dans des espaces secs ou faiblement humides (i.e. humidification éventuelle par aspersion d'eau à basse pression et de température maximale de l'air 40°C). Ces espaces correspondent aux pièces et locaux à usage privé, salles de douches individuelles et collectives (mais dépourvues d'installations de massage hydrothérapeutique) et des locaux sanitaires à usage modéré ou fréquents (collectifs). *Malgré sa couche d'émail superficielle, un carrelage mural en faïence (carreaux + joints) ne doit pas être considéré comme étanche à l'eau.*

Étant donné leur porosité relative et leur fragilité, *l'usage en extérieur n'est pas recommandé.* Ils sont également déconseillés pour les applications plus intensives telles que des cuisines collectives, façades, locaux de production de denrées alimentaires, laboratoires, chambres froides, etc. Dans le cas d'usages impliquant des produits tachant et/ou agressifs, il convient de s'assurer de l'état de la couche d'émail superficiel. Si nécessaire, l'application d'un traitement de surface hydrofuge adéquat peut être prévue.

Le choix des carreaux doit nécessairement tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 14411) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).

La remise en œuvre des carreaux de réemploi entièrement nettoyés ne diffère en rien de celle des carreaux neufs. Ils se prêtent à la même diversité des modes de pose, de motifs et d'appareillages. Ils soulèvent les mêmes points d'attention et d'exigences, notamment : propriétés et état du support, produits de pose et de jointoiement, temps de séchage et délais de mise en œuvre, coûts, joints de fractionnement, joints de finition, joints sanitaires, accessoires (frises, pièces de raccord et de protection des bords, étanchéité sous-jacente), planéité, etc.

L'utilisation de carreaux à bords arrondis (rares sur le marché du réemploi) ou à bords droits émaillés sur la tranche est possible pour les angles saillants et les chants visibles. À défaut, des profils d'angles en PVC ou en aluminium sont à prévoir. Le cas échéant, des éléments neufs peuvent venir compléter un lot de réemploi.

Selon le niveau de finition prévu et la technique de pose choisie, différentes classes de tolérances peuvent être envisagées pour le support. Ainsi, l'application d'un mortier de pose traditionnel permettra de dissimuler plus facilement les irrégularités, dues par exemple à la présence de mortier résiduel sur la face inférieure des carreaux de réemploi, que lorsque les carreaux sont posés au moyen d'un mortier-colle ou d'une colle. Pour une pose en couche mince, les classes de tolérance de planéité, d'aplomb et d'horizontalité du support sont à respecter et doivent, par conséquent, être égales à celles demandées pour le carrelage.

Le maintien de mortier résiduel sur les tranches est à éviter dans la mesure où cela risque d'affecter la dimension nominale des joints ainsi que leur teinte et leur composition.

Pour faciliter la pose, le prescripteur veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

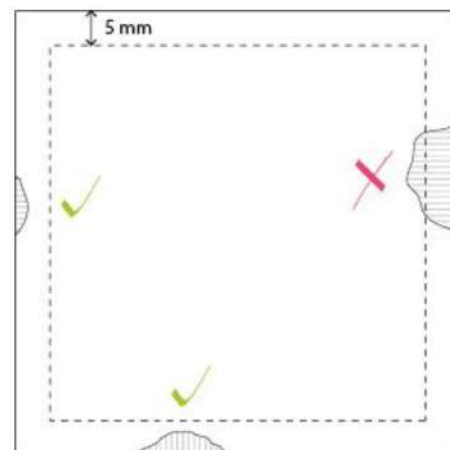
→ **Composition du lot** : le lot doit être constitué entièrement de carreaux de faïence murale émaillés.

→ **Dimensions** : les dimensions des carreaux doivent être homogènes, y compris dans l'épaisseur. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par le prescripteur selon l'appareillage, l'épaisseur des joints et la technique de pose.

→ **Teinte** : de légères variations de teintes sont possibles (même pour des produits neufs). Dans le cas des carreaux de réemploi, ces variations peuvent être dues à l'exposition d'origine. Il est conseillé de mélanger les carreaux lors de la pose. Le concepteur peut aussi opter expressément pour un motif incluant des carreaux de couleurs très différentes. C'est une façon de tirer parti d'une plus grande diversité de carreaux de réemploi, qui peut mener à des résultats intéressants sur le plan architectural.

→ **État** : les carreaux de faïence murale de réemploi peuvent présenter des altérations telles que des traces d'usure superficielle, des arêtes ébréchées ou écornées, des petits trous, des éclats, des fissures de fabrication ou de cuisson, la présence de tressailage ou d'écaillage, qui exposent le biscuit à des dégradations. Ces altérations augmentent le risque de pénétration d'eau et favorisent l'apparition de tâches sous l'émail. Il appartient au prescripteur de définir le degré d'im-

perfection toléré, selon l'usage défini, en spécifiant les dimensions maximales des défauts (par exemple, tressailage : accepté, cassures et ébréchures < 25 mm<sup>2</sup>). Ce principe peut-être décrit sous forme visuelle pour faciliter l'examen des carreaux.



→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

### Penser réversible !

*L'usage d'un mortier bâtard (chaux-ciment) et de joints à base de ciment sans résine facilite le futur démontage. Ces modes de poses traditionnels, non référencés dans les normes harmonisées européennes actuelles, peuvent cependant présenter des performances d'adhérence moindres et devraient être réservés pour des supports possédant une très haute stabilité dimensionnelle.*



La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Carreaux de faïence sur mortier bâtard



Close-up sur le phénomène de tressillage

*Le **tressillage** ou **faïçage** est un ensemble de fissures capillaires affectant la couche d'émail d'un carreau. Ce phénomène est engendré par des mécanismes de tension entre l'émail et le biscuit au moment de sa fabrication (effet décoratif recherché) ou de façon anormale, après la pose par des mécanismes de tensions appliqués aux carreaux (par exemple : contraintes structurelles, gonflement du biscuit dû à une humidité surabondante, dilatation différenciée, technique de pose et/ou support inadapté(e), etc.). Il en résulte un réseau de fissures au sein de la couche d'émail, qui est un passage privilégié pour l'eau et les substances liquides vers le biscuit. Il importe donc de prévoir l'application d'une couche de protection hydrofuge supplémentaire si l'usage des carreaux implique la présence de substance liquides et potentiellement tachantes (cuisines, sanitaires, etc.).*





## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La norme harmonisée européenne EN 14411 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des carreaux en céramique. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des carreaux de faïence murale de réemploi.

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance à l'usure, la résistance aux taches ou encore l'absorption d'eau devront être mesurés et quantifiés à l'aide de tests effectués par des laboratoires agréés.

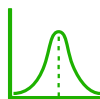
Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	idem
<b>Qualité de la surface</b>	Un examen minutieux de la couche d'émail est nécessaire en vue de s'assurer de la présence/absence de tressillage, de coups, d'éclat et de fêlures.
<b>Légères différences de couleurs</b>	Pour des applications spécifiques.
<b>Résistance à la flexion ou Module de rupture</b>	Principalement fonction de l'épaisseur et de la porosité du carreau. Performance pertinente à évaluer en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Résistance à l'abrasion de surface</b>	Pour les applications spécifiques (industrielle, commerciale, etc.) où le risque de rayures, frottement avec des chariots, fûts en mouvement, etc. est élevé.
<b>Résistance aux chocs</b>	Pour les applications spécifiques (industrielle, commerciale, etc.) où le risque de choc avec des chariots, fûts en mouvement est élevé.
<b>Dilatation thermique linéaire</b>	Faible pour la plupart des carreaux céramiques.
<b>Résistance aux basses et hautes températures et aux chocs thermiques</b>	Pour des applications spécifiques où les carreaux sont soumis à des valeurs ou gradients de température intenses.
<b>Dilatation à l'humidité</b>	Faible pour la plupart des carreaux céramiques.
<b>Imperméabilité aux liquides susceptibles d'être projetés sur le mur et absorption d'eau</b>	Une couche d'émail en bon état assure une relativement bonne étanchéité des carreaux. Néanmoins, vu la porosité élevée du biscuit, il est déconseillé d'utiliser les carreaux de faïence dans des endroits fort humides. Selon le degré d'exposition à l'eau, il faut également veiller à ce que l'étanchéité à l'eau du système sous-jacent soit assurée avant de mettre en œuvre le carrelage.
<b>Résistance au tressillage</b>	A déterminer si l'usage des carreaux implique la présence de substances liquides et potentiellement tachantes (cuisines, sanitaires, etc.).
<b>Adhérence aux mortiers-colles, adhésifs en dispersion ou colles réactives</b>	Selon le type de pose préconisé et classes de performance des produits de pose.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les revêtements de sol en carreaux céramiques sont classés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 sans essai préalable.
<b>Relargage de substances dangereuses (plomb et cadmium)</b>	Exigible uniquement pour les matériaux en contact avec les denrées alimentaires (cfr Règlement CE N°1935/2004 et Directive 84/500/CEE).
<b>Résistance aux faibles et fortes concentrations d'acides et de bases</b>	Les carreaux de faïence murale de réemploi sont déconseillés pour les applications intensives telles que les laboratoires.
<b>Résistance aux taches</b>	Une couche d'émail en bon état assure généralement une bonne résistance aux taches. En présence de tressillage, il convient de prévoir l'application d'une couche de protection hydrofuge supplémentaire en prévention des taches.
<b>Aptitude au nettoyage et à l'entretien</b>	Fonction du produit de nettoyage utilisé, de la pression d'eau et de la texture superficielle du carreau (état de la couche d'émail).
<b>Facilité de réparation et d'adaptation</b>	A déterminer avec le professionnel en charge de la pose.
<b>Emissions de COV</b>	Les Composés Organiques Volatils sont détruits au moment de la combustion des matières organiques éventuellement présentes dans les matières premières argileuses. Les carreaux de faïence d'origine sont donc considérés comme exempts de COV. Néanmoins, les produits de mise en œuvre et de protection peuvent potentiellement être émetteurs de COV.



**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Mosa Wall Tiles - Déclaration individuelle (Donnée fabricant)	5.63	0.31
Base de données INIES (FR) – Donnée générique	11.30 (*)	0.63
Base de donnée ICE (UK)	17.94	0.78

Valeurs indicatives pour une épaisseur moyenne de 6 mm et masse volumique estimée à 1800 kg/m<sup>3</sup>, (\*) Y compris colle et joint



Réutiliser 10 m<sup>2</sup> de carrelage permet de prévenir la production de ~ 56 à ~180 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de carreaux neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~336 à ~1080 km effectué dans une petite voiture diesel.

**Disponibilité**

Les carreaux céramiques de faïence murale sont un produit relativement courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant beaucoup des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	1 → 5m <sup>2</sup>
Occasionnel	5 → 20m <sup>2</sup>
Rare	> 20 m <sup>2</sup>

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

→ Coût de la dépose : 15 - 25 €/m<sup>2</sup>

→ Service de nettoyage : 25 - 35 €/m<sup>2</sup>

Fourniture : selon format, motif, état général, etc. (hors antiquités)

→ Carreaux nettoyés : 25 - 50 €/m<sup>2</sup>

**Substances dangereuses et précautions**

**Métaux lourds** : les composants de l'émail qui recouvre les carreaux de faïence émaillés de réemploi sont susceptibles de contenir des atomes de plomb et de cadmium. Ces métaux lourds sont toxiques pour l'organisme et pour l'environnement et peuvent migrer au contact des aliments. En l'absence de documentation technique spécifique, il convient d'être attentif aux carreaux destinés à être utilisés sur des plans de travail et des surfaces murales où sont effectuées des préparations culinaires. Pour plus d'informations, il est conseillé de se reporter au Règlement européen CE N°1935/2004 et la Directive 84/500/CEE qui fixent les limites recommandées à ne pas dépasser. Cette exigence peut être vérifiée par des organismes de contrôle accrédités.

**Amiante** : Certaines colles à carrelage utilisées avant 1990 sont susceptibles de contenir de l'amiante. Même si le risque est faible (< 1 à 10 % selon les applications et les pays), des mesures adéquates doivent être prises afin de procéder à un diagnostic correct. Le risque est légèrement plus élevé pour les colles mises en œuvre au niveau des plinthes. La présence d'amiante dans les joints de dilatation est également possible.

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Astuce conception !**

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des motifs différents dans chaque pièce).



Carreaux de faïence de réemploi dans un espace sanitaire (BE) © VLA ARCHITECTES

**Le saviez-vous ?**

A titre informatif, le marché du carrelage mural neuf en France se situe autour de 50 millions de m<sup>2</sup>/an (tous types confondus).

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

**Les carreaux à base de ciment (ci-après dénommés simplement "carreaux") se prêtent bien au réemploi. Ce sont des matériaux solides et pérennes qui sont fabriqués à base de ciment coloré et de sable, moulés et façonnés par pressage sans cuisson. Certains comportent des granulats pierreux incorporés dans la masse ou sous forme d'une couche d'usure superficielle. Ils doivent leur solidité au durcissement du ciment. Leur résistance mécanique élevée à la compression, aux chocs et à la flexion, ainsi que la possibilité d'assurer une planéité satisfaisante grâce à des joints étroits ont favorisé leur utilisation dans des bâtiments à caractère fonctionnel - notamment des équipements nécessitant le passage d'engins à roues. De par leur composition, ils sont par contre poreux, gélifs et sensibles aux acides et aux taches (à moins d'un traitement bouche-pore).**



Abondamment produits en Europe depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, on trouve assez facilement les carreaux de ciment auprès des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi. Ils ne doivent pas être confondus avec d'autres types de carreaux tels que les carreaux en grès cérame ou en pierre re-composés à base de résine, tous deux moins poreux et plus résistants, ou les carreaux céramiques de type « encaustic tiles » très présents au Royaume-Uni, ou encore les dalles en béton. Une dénomination commerciale erronée fait parfois référence aux "carreaux ciment" pour désigner en fait des carreaux à motifs traditionnels.

On distingue deux grandes typologies de carreaux en ciment, selon la composition de la couche visible :

### 1. Les carreaux « ciment »

Ils peuvent être :

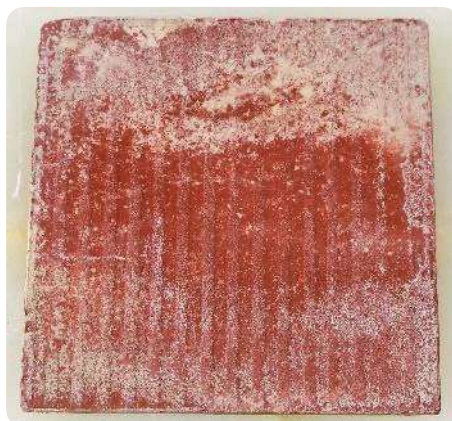
- monocouches : composés de ciment blanc ou gris, de poudre de pierre et de pigments colorants.
- bicouches : composés d'une couche d'usure (face visible) dont la composition est similaire à celle des carreaux monocouche, et d'une sous-couche (semelle) à base de sable, ciment gris et graviers fins pour la solidité. La couche d'usure est mince (environ 4 mm) par rapport à l'épaisseur totale du carreau (> 15 mm).



Carreau "ciment" bicouche



Carreau "ciment" monocouche - face visible



Carreau "ciment" monocouche - face arrière

### 2. Les carreaux de « mosaïque de marbre » (terrazzo/granito)

Ils peuvent être :

- monocouches : composés de poussières, de grains et d'éclats d'un granulat adapté, enrobé d'une pâte de ciment blanc ou gris et de pigments colorants.
- bicouches : composés d'une couche d'usure (face visible) dont la composition est similaire à celle des carreaux monocouche et d'une sous-couche (semelle) constituée à base de sable, ciment gris et graviers fins pour la solidité.



Carreau de mosaïque de marbre bicouche



Carreau de mosaïque de marbre monocouche - face visible



Carreau de mosaïque de marbre monocouche - face arrière





Les granulats utilisés dans la fabrication des carreaux de mosaïque de marbre peuvent constituer jusqu'à 80% du produit fini, et peuvent être de nature siliceuse (quartz, quartzite, granit, porphyre, sable, etc.), ou calcaire (marbre, pierres calcaires, dolomies, etc.). Les dimensions des granulats varient selon le rendu souhaité. La résistance de la couche d'usure dépend fortement du degré de dureté du granulat utilisé. Ces granulats sont généralement des co-produits de l'extraction de la pierre, de l'industrie du verre voire des fragments de carreaux en céramique qui trouvent ainsi des débouchés intéressants.



Carreau de mosaïque de marbre dont l'agrégat est constitué de chutes de carreaux de grès cérame.

→ **Formats** : la plupart des carreaux sont de forme carrée ou hexagonale. Leurs dimensions nominales sont généralement de l'ordre 20 × 20 cm, 25 × 25 cm, 30 × 30 cm, 40 × 40 cm. L'épaisseur est variable selon les modèles et généralement comprise entre 15 et 40 mm. De petits modèles de carreaux « ciment » (10 × 10 cm, épaisseur 10 mm) se retrouvent occasionnellement et ressemblent à s'y méprendre à des carreaux de grès cérame non émaillé. Ils sont parfois assortis de plinthes droites, à gorges et à talons.

→ **Finition** : la face visible peut présenter une large palette de finition : polie, adoucie, brossée, grenaillée, bouchardée, sablée ou griffée. Les carreaux de ciment sont non émaillés/engobés étant donné qu'ils ne sont pas cuits. La plupart des carreaux à base de ciment sont imprégnés d'une couche hydrofuge/oléofuge lors de leur première utilisation.

→ **Texture** : majoritairement lisse et uniforme pour la face supérieure. D'ordinaire, les bords sont nets mais étant donné leur fragilité, de légères ébréchures sont fréquentes en cas de réemploi. La face inférieure (non visible) est généralement pourvue d'un léger relief pour améliorer l'adhérence au support. Le sigle ou le nom du fabricant figure dans la plupart des cas sur la face inférieure.



Sol carrelé à récupérer.

#### Astuce conception !

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des motifs différents dans chaque pièce).

→ **Coloris** : les coloris sont variés, généralement de teinte unie, bichrome (mouchetés, flammés) ou polychrome (à motifs) pour les carreaux « ciment ». Le dessin des motifs est généralement moins nettement dessiné que celui des carreaux en grès cérame (c'est d'ailleurs un indice pour les reconnaître). Les coloris des carreaux de « mosaïque de marbre » sont définis par la couleur, la taille et l'abondance des granulats ainsi que par les pigments ajoutés au ciment.



### Récupération du matériau

**Les carreaux à base de ciment se rencontrent souvent en revêtement de sol dans le bâti existant. Leur récupération n'est pas toujours aisée mais peut toutefois représenter une belle opportunité de réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux.**



Traces de mortier sur les tranches et la face arrière

→ **Tests de démontage** : des tests de démontage permettent de vérifier la faisabilité et la rentabilité de la dépose. Le type de pose (mortier ciment sur lit de sable stabilisé, en chape fraîche ou mortier-colle sur chape sèche) et les caractéristiques des joints et des carreaux (épaisseur, composition) affectent fortement la démontabilité du matériau.

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des carreaux et une certaine homogénéité des lots. Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein du carrelage en libérant préalablement 2 côtés (perpendiculaires) des carreaux à desceller. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Les carreaux seront triés par qualités, couleurs, dimensions et degré de nettoyage. Ils sont stockés sur la tranche en minimisant les risques d'abrasion. Le stockage « belle face » contre « belle face » sera privilégié. Une attention toute particulière sera portée aux lots caractérisés par un motif défini et pour lesquels certaines pièces doivent être récupérées intactes (ex : tapis à motif avec frise et pièces d'angle). Très souvent, les carreaux à base de



Dépose de carreaux

ciment de réemploi adhèrent fortement au mortier de pose. Le nettoyage des restes de mortier se réalise rarement sur site et nécessite un outillage spécifique.



Nettoyage mécanique

→ **Traitement** : Le principal traitement proposé par les fournisseurs de carreaux à base de ciment de réemploi est le nettoyage mécanique des restes de mortier sur la face inférieure et sur les tranches. Cette étape manuelle est généralement réalisée au moyen d'un outillage adapté (burin pneumatique, scie plongeante, meuleuse, etc.) et impose un tri systématique en aval. Les carreaux présentant des éclats et des coups importants sont déclassés. Le nettoyage des restes mortier sur les tranches est rarement effectué, ce qui implique des dispositions particulières au moment de la repose (demandez conseil à un carreleur professionnel). Le service de nettoyage est une opération conséquente qui se traduit par une grande différence de prix entre les carreaux nettoyés et les carreaux non nettoyés.



Carreaux déposés

→ **Stockage** : les carreaux sont stockés en vrac sur palettes ou reconditionnés en paquets, en prenant les précautions nécessaires pour minimiser l'usure de la face visible (conditionnement en position verticale,

couches séparées par une feuille plastique ou type « unalut », stockage belle face contre belle face, etc.). Les carreaux doivent impérativement être stockés à l'abri du gel et des intempéries.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc.). Il est à noter que les carreaux pré-empaquetés facilitent la pose. Sur chantier, les carreaux doivent impérativement être stockés à l'abri du gel et des intempéries.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

#### **Penser réversible !**

*L'usage d'un mortier bâtard (chaux-ciment) ou mortier ciment léger et de joints à base de ciment sans résine facilite le futur démontage. Ces modes de poses présentent toutefois des performances d'adhérence moindres et seront déconseillés pour des usages impliquant des variations de température significatives et/ou soumis à des charges mobiles importantes. Pensez-y au moment du choix de la technique de pose, cela augmentera la possibilité d'un futur réemploi.*





### Applications et mise en œuvre

Les carreaux de réemploi à base de ciment s'utilisent généralement comme revêtement de sols intérieurs pour des applications soumises à des sollicitations modérées (logement privatif) ou plus intenses (hall, surface commerciale). Lorsqu'ils ne sont pas trop épais (moins de 16 mm), on peut aussi les utiliser en application murale (les carreaux de ce format sont généralement de production plus récente). De nature poreuse, *ils sont déconseillés en usage extérieur* et se prêtent moyennement bien à des usages impliquant un excès d'humidité (espaces sanitaires) ou des produits tachants et agressifs (cuisines collectives, laboratoires). Le cas échéant, et moyennant un entretien adéquat, la surface des carreaux peut faire l'objet d'un traitement hydrofuge/oléofuge, et des précautions d'étanchéité particulières peuvent être prises pour le support.

En règle générale, le choix des carreaux doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 13748-1 pour les carreaux de mosaïque de marbre) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).

Pour peu qu'ils soient entièrement nettoyés, la remise en œuvre des carreaux de réemploi ne diffère pas de celles des carreaux neufs équivalents. La présence de mortier résiduel peut toutefois nécessiter des précautions particulières. Les carreaux de réemploi nettoyés se prêtent à la même diversité des modes de pose, de motifs et d'appareillages. Ils soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état du support, produits et techniques de pose et de jointoiment, temps de séchage et délais de mise en œuvre, coûts, joints de fractionnement, joints de finition, planéité, couche de désolidarisation, isolation sous-jacente, chauffage sol, grésage après la pose pour les carreaux de mosaïque de marbre, application d'un bouche-pore, cristallisation, entretien spécifique, etc.

La présence de mortier résiduel sur les tranches n'est pas conseillée (mais est courante !). Non seulement celle-ci aura une incidence sur la dimension nominale des joints mais elle peut également influencer leur teinte et leur composition. En règle générale, les carreaux à motifs sont posés avec un joint fin pour mettre en évidence les jonctions de la composition. Ces joints fins amé-

liorent également le confort de roulage et limitent l'apparition de brisures.

Etant donné les caractéristiques d'usure des carreaux à base de ciment, il est recommandé de prévoir un paillason efficace pour les applications de passage intensif.

Les carreaux à base de ciment de réemploi sont relativement épais et donc plus difficiles à poser sur un sol existant.

Pour faciliter la pose, le prescripteur veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot** : le lot doit être constitué entièrement de carreaux à base de ciment.

→ **Dimensions** : les dimensions des carreaux doivent être homogènes, y compris dans l'épaisseur. Des variations d'épaisseur de l'ordre de 1 à 2 mm sont cependant possibles pour les carreaux artisanaux (moulés à la main) d'un même lot. Dans le cas de carreaux dont la tranche n'a pas été nettoyée des restes de mortier, il importe d'en tenir compte. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par le prescripteur selon l'appareillage, l'épaisseur des joints et la technique de pose.

→ **Teinte** : de légères variations de teintes sont possibles (même pour des produits neufs). Dans le cas des carreaux à base de ciment de réemploi, ces variations peuvent être dues à l'exposition d'origine. Il est conseillé de mélanger les carreaux lors de la pose. Le concepteur peut aussi opter expressément pour un motif incluant des carreaux de couleurs très différentes. C'est une façon de tirer parti d'une plus grande diversité de carreaux de réemploi pouvant mener à des résultats intéressants sur le plan architectural.



Tressillage des carreaux ciments



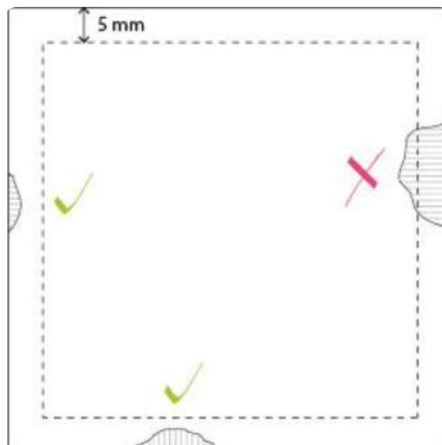
Résidu de mortier sur les carreaux déposés (mortier bâtard)

Le **tressillage** ou **faiçage** des carreaux ciment est un ensemble de fissures capillaires affectant la face visible du carreau et disposées suivant un réseau de petites mailles. Ce phénomène est vraisemblablement engendré par des mécanismes de retrait et de tension différentiels entre les couches constitutives du carreau. Ce phénomène n'affecte pas la durabilité des carreaux mais peut influencer leur aspect esthétique en cas d'encrassement des fissures. Il importe donc de prévoir l'application d'une couche de protection hydrofuge/oléofuge si l'usage des carreaux implique la présence de substance liquides et potentiellement tachantes (cuisines, sanitaires, etc.).



→ **Etat** : les carreaux de réemploi peuvent présenter des altérations telles que des traces d'usure superficielle, des arêtes ébréchées ou écornées, des fissures de tressailage, etc. Certains carreaux peuvent présenter des efflorescences sur leur face visible. Celles-ci sont généralement dues à des remontées capillaires survenues lors de leur premier usage, et qui occasionnent des dépôts d'hydrates de chaux sous la forme d'une voile à la surface des carreaux. Ces efflorescences n'affectent pas la longévité des carreaux. Elles peuvent être éliminées par un traitement abrasif spécifique. L'utilisation de détergents agressifs et de produits acides ou alcalins est toutefois à proscrire.

Il appartient au prescripteur de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini, en spécifiant les dimensions maximales des défauts (par exemple, tressailage : accepté, cassures et ébréchures < 25 mm<sup>2</sup>). Ce principe peut-être décrit sous forme visuelle pour faciliter l'examen des carreaux.



→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La norme harmonisée européenne EN 13748-1 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des carreaux de mosaïque de marbre. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des carreaux à base de ciment de réemploi.

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance à l'usure, la glissance, le module de rupture, etc., devront être mesurés et quantifiés à l'aide de tests effectués par des laboratoires agréés.

Caractéristiques	Commentaires (applications sol intérieur)
<b>Dimensions (longueur, largeur)</b>	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Épaisseur</b>	La norme pour les produits neufs indique une exigence de 4 mm d'épaisseur minimum pour la couche superficielle des carreaux de mosaïque de marbre bicouche non destinés à être grésés et 8mm pour ceux qui seront grésés après la pose.
<b>Épaisseur</b>	Une tolérance de $\pm 2$ mm acceptée pour les carreaux neufs dont l'épaisseur est $< 40$ mm
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	Pour les carreaux fabriqués à la main, la face inférieure n'est pas forcément parallèle à la face supérieure, néanmoins cette irrégularité est facilement rattrapable au moyen d'une pose adéquate.
<b>Qualité de la surface et des arêtes</b>	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. Il convient de mentionner que les arêtes des carreaux à base de ciment sont très fragiles.
<b>Absorption d'eau</b>	De nature poreuse, les carreaux ciments sont susceptibles d'absorber les liquides. Cette caractéristique concerne 1) la <i>face inférieure</i> , par laquelle une remontée d'humidité favorise l'apparition d'efflorescences au niveau de la surface visible, 2) <i>les tranches</i> , pour lesquelles il est déconseillé d'utiliser un produit de jointoiment coloré, 3) la <i>face supérieure</i> pour laquelle il est conseillé d'appliquer un produit de revêtement hydrofuge/oléofuge.
<b>Résistance à la rupture/charge de rupture</b>	Principalement fonction de l'épaisseur et de la porosité du carreau. Les carreaux à base de ciment de réemploi plus anciens ont généralement une épaisseur importante ( $\geq 20$ mm) afin de répondre à cette exigence. Les techniques de production contemporaines ont permis la mise sur le marché de carreaux plus fins. L'évaluation approfondie de cette performance est pertinente en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Résistance à l'abrasion de surface (usure)</b>	Pour les applications spécifiques (industrielle, commerciale, etc.) où le risque de rayures, frottement avec des chariots, fûts en mouvement, etc. est élevé. Les carreaux à base de ciment présentent généralement une résistance à l'abrasion supérieure au marbre mais inférieure aux carreaux de grès cérame.
<b>Glissance</b>	Le caractère généralement lisse de la surface favorise la glissance. Les carreaux lisses ne conviendront probablement pas pour des usages extérieurs non couverts et/ou régulièrement inondés (ex : douche italienne). Leur performance devra être particulièrement évaluée pour des usages de passage intensif et/ou sols inclinés.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les revêtements de sol en carreaux de mosaïque de marbre sont classés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 <sub>FL</sub> sans essai préalable.
<b>Résistance aux taches</b>	Etant donné le caractère poreux des carreaux à base de ciment, il convient de prévoir l'application d'une couche de protection hydrofuge/oléofuge (bouche-pore) en prévention des taches.
<b>Résistance aux faibles et fortes concentrations d'acides et de bases</b>	Les carreaux à base ciment non traités sont très sensibles aux acides et aux bases.
<b>Conductivité thermique</b>	A évaluer si les carreaux doivent contribuer aux performances thermiques d'un élément.
<b>Emission de COV</b>	Les matériaux à base de ciment sont considérés comme de faibles émetteurs de Composés Organiques Volatils. Cependant, les produits utilisés pour la pose et la protection des carreaux peuvent potentiellement émettre des COV.





### Disponibilité

Les carreaux de réemploi à base de ciment sont relativement courants sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Frequent	Lot de 1 → 50m <sup>2</sup>
Occasionnel	Lot de 50 → 100m <sup>2</sup>
Rare	Lot > 100 m <sup>2</sup>

### Démantèlement

Rendement du démontage : ~ 15 m<sup>2</sup> de carreaux en bon état personne/jour

Ce tarif comprend la pose, la logistique et le pourcentage de casse. Il varie en fonction de la taille des carreaux, du degré d'adhérence du mortier, de la configuration du bâtiment, etc.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

Fourniture : selon format, motif, état général, etc. (hors antiquités)

→ *Carreaux non nettoyés* : 25 - 50 €/m<sup>2</sup>

→ *Carreaux nettoyés* : 55 - 125 €/m<sup>2</sup>

### Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
DNV - Life Cycle assessment on floor coverings *	9.6	0.21
Base de donnée ICE (UK) *	5.3	0.12

\* Valeurs indicatives pour des carreaux terrazzo d'une épaisseur moyenne de 20 mm et de masse volumique estimée à 2250 kg/m<sup>3</sup>



Réutiliser 100 m<sup>2</sup> de carreaux à base de ciment - de réemploi permet de prévenir la production de ~530 à ~960 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de carreaux neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~3 200 à ~5 700 km effectué dans une petite voiture diesel.

#### Conseils pour distinguer les carreaux à base de ciment de ceux en céramique.

→ A l'œil : le motif d'un carreau en céramique semble avoir été tracé au crayon et celui d'un carreau à base de ciment avec un feutre plus épais. Les couleurs du carreau à base de ciment sont plus « délavées », mais une fois humidifié, les couleurs deviennent beaucoup plus vives. Ce contraste est moins prononcé sur du carrelage en céramique.

→ A l'oreille : deux carreaux en céramique que l'on entrechoque sonnent comme du verre, ce qui n'est pas le cas pour les carreaux à base de ciment.

→ Au toucher : exposé au soleil, un carreau en céramique est plus chaud au toucher qu'un carreau à base de ciment.

#### Le saviez-vous ?

Les carreaux de ciment contemporains sont généralement produits au Maroc. Chaque ouvrier est capable de fabriquer manuellement environ 4 m<sup>2</sup>/jour. Le prix de revente des carreaux neufs sur le marché NWE varie entre 60 et 150 euros/m<sup>2</sup>.

Le potentiel de nettoyage des carreaux de ciment de réemploi peut atteindre environ 10 à 20 m<sup>2</sup>/personne.jour avec une installation appropriée.

#### Trouver des prestataires spécialisés



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)



Sol en carrelage du réemploi (BE) © Antony Nocera (Ceramica Concept)

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description du matériau

Les carreaux en terre cuite non émaillés sont obtenus par cuisson d'argiles (ou glaises) et de sables préalablement mélangés et dégazés ; façonnés par étirage (carreaux étirés), moulés ou préformés ; séchés et finalement cuits à une température de 900 à 1050°C pendant 12 à 48h. Il s'agit d'un matériau céramique de fabrication artisanale ou industrielle dont les propriétés dépendent essentiellement de la composition du mélange, de la température de cuisson et de la technicité déployée pour la fabrication.

Les carreaux en terre cuite non émaillés se caractérisent par une *solidité élevée*, une relativement bonne résistance à l'usure et au poinçonnement, ainsi que par une bonne

inertie thermique (accumulation et conduction de la chaleur), idéale pour les sols chauffants.

A l'état brut, les carreaux en terre cuite de réemploi les plus courants sont généralement *poreux*, ce qui se traduit par une absorption d'eau importante, une faible résistance au gel, une grande sensibilité aux taches et de faibles performances mécaniques pour les modèles grands formats et peu épais. Ils sont généralement réservés à un usage intérieur et nécessitent la plupart du temps une finition de protection et un entretien régulier. Un usage en extérieur est possible dans certains cas.

Néanmoins, la modernisation des techniques de production a permis l'émergence de carreaux en terre cuite à usage extérieur

offrant une résistance suffisante au gel. Ces carreaux sont cependant peu présents sur le marché du réemploi.

Les carreaux visés dans cette fiche sont non émaillés/engobés et sont à distinguer des dalles (dimensions et épaisseur plus importante) et des pavés en terre cuite (format parallélépipédique), qui peuvent également être utilisés en application extérieure.

Abondamment produits en Europe, et particulièrement dans le sud, depuis le 19e siècle, ils se retrouvent de façon stable sur le marché du réemploi. On retrouve fréquemment certains modèles sous l'appellation « tomettes » ou « terracotta ». Il ne faut pas les confondre avec leurs homologues en grès étiré et en grès cérame.



Exemple des carreaux « parefeuille »



Dans le Sud de la France, on retrouve des carreaux rectangulaires appelés « **parefeuille** » ou « **mallons de couvert** », vendus comme carreaux de revêtement de sols intérieurs. A l'origine, les parefeuille de réemploi étaient installés en isolation de sous-toiture. Ce sont des carreaux poreux et assez sensibles aux taches. Demandez conseil au revendeur.



### Astuce conception !

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des motifs différents dans chaque pièce).





→ **Formats** : il existe une grande variété de formats, généralement associés à leur région d'origine. La plupart des carreaux sont de forme carrée, hexagonale, octogonale ou rectangulaire. Leurs dimensions nominales sont généralement de l'ordre 10 × 10 cm, 12 × 12 cm, 14 × 14 cm, 16 × 16 cm, 30 × 30 cm. L'épaisseur est variable selon les modèles et généralement comprise entre 12 et 25 mm. On retrouve accessoirement des pièces telles que des plinthes, des nez de marches, margelles, etc.

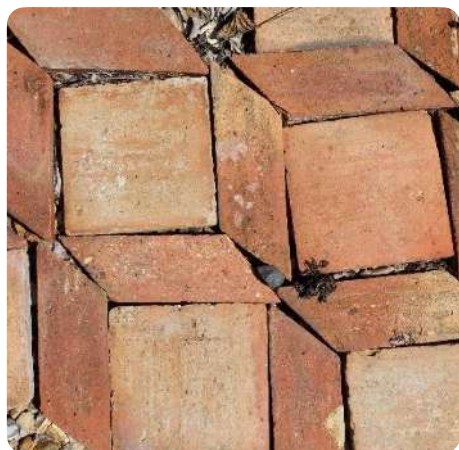
→ **Finition** : la finition brute des carreaux en terre cuite manufacturés se caractérise généralement par une surface plutôt mate, rugueuse ou lisse, relativement irrégulière et avec des arêtes légèrement arrondies. Plusieurs niveaux de finitions mécaniques se

retrouvent également sur le marché, par exemple : bords clivés, extra-lisse, surface structurée, broyée, sablée, émaillée (non traité dans cette fiche), etc. Les carreaux ayant été utilisés en intérieur, ont généralement subi un traitement de protection hydrofuge/oléofuge d'aspect mat, satiné ou brillant.

→ **Texture** : les carreaux ont souvent un aspect très peu homogène et les pores sont facilement visibles. Certains carreaux dit « rustiques » ont été produits à partir d'argiles non purifiées et broyées grossièrement, faisant ressortir les grains, cailloux et incrustations en surface. Des cavités plus ou moins importantes peuvent apparaître en surface. La face inférieure (non visible) est généralement pourvue d'un léger relief pour améliorer

l'adhérence au support. Le sigle ou nom du fabricant figure souvent sur la face inférieure.

→ **Coloris** : les nuances de teintes sont influencées par l'argile utilisée et la teneur en oxydes de fer. Des panachages sont fréquents et sont essentiellement dus au mode de cuisson (feu de bois) et à l'emplacement des carreaux dans le four. Pour les carreaux artisanaux, une couleur foncée traduit une montée en température plus élevée et une meilleure robustesse. Les couleurs traditionnelles sont le rose, le rouge et l'orangé-cuivré tandis que les couleurs plus contemporaines peuvent tirer sur le blanc, le gris, l'ocre et le brun.







### Récupération du matériau

**Les carreaux en terre cuite non émaillés se retrouvent en applications intérieures ou extérieures dans large gamme de bâtiments, mais majoritairement en contexte résidentiel rural et/ou patrimonial. Si les carreaux ne trouvent pas un nouvel usage directement sur site, ils peuvent être dirigés vers les filières professionnelles de réemploi.**

→ **Tests de démontage** : des tests de démontage permettent de vérifier la faisabilité et la rentabilité de la dépose. Le type de pose (pose scellée avec un mortier chaux, chaux/ciment ou ciment ou pose collée avec un mortier-colle) et les caractéristiques des joints et des carreaux (épaisseur, composition) affectent fortement la démontabilité du matériau.

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des carreaux et une certaine homogénéité des lots. Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein du carrelage en libérant préalablement 2 côtés (perpendiculaires) des carreaux à desceller. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Les carreaux seront triés par qualités, couleurs, dimensions et degré de nettoyage. Ils seront préférentiellement stockés sur la tranche afin de limiter les risques de brisure.

→ **Traitement** : les principaux traitements proposés par les fournisseurs de carreaux en terre cuite de réemploi sont le nettoyage superficiel et le nettoyage mécanique des restes de mortier sur la face inférieure et sur les tranches. Cette étape manuelle est généralement réalisée au moyen d'un outillage adapté (burin pneumatique, scie circulaire, meuleuse, etc.) et impose un tri systématique en aval. Les carreaux friables ou présentant des éclats et des coups importants sont déclassés.

→ **Stockage** : les lots de carreaux sont stockés en vrac sur palettes ou reconditionnés en paquets, en prenant les précautions nécessaires pour limiter les risques de brisures (conditionnement sur la tranche, séparation des couches, etc.). Les carreaux anciens (poreux) et à usage intérieur seront stockés à l'abri du gel et des intempéries. Du fait de leur porosité, des carreaux mal stockés peuvent subir le développement d'algues et de moisissures, pouvant laisser des taches irréversibles sur la surface.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc). Sur chantier, les carreaux à usage intérieur

doivent être stockés à l'abri du gel et des intempéries.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Face visible



Face arrière



Face visible



Face arrière



Station de nettoyage mécanique



Stockage



Stockage



Stockage



### Applications et mise en œuvre

**Les carreaux en terre cuite de réemploi s'utilisent principalement comme revêtement de sols intérieurs pour des applications soumises à des sollicitations modérées (logements privés, vestibules, etc.). Ils se prêtent mal aux applications murales. De nature poreuse, la plupart des carreaux de terre cuite de réemploi sont déconseillés en usage extérieur, sauf si leur aptitude à cet usage peut être démontrée. Ils ne se prêtent pas à des usages soumis à une usure intense (hall, surface commerciale, passage d'engins à roulettes, etc), ou des usages impliquant un excès d'humidité (espaces sanitaires) ou des produits tachants et agressifs (cuisines collectives, restaurants, laboratoires).**

En règle générale, le choix des carreaux doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 14411) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).

La remise en œuvre des carreaux en terre cuite de réemploi entièrement nettoyés ne diffère en rien de celle des carreaux neufs. Ils se prêtent à la même diversité des modes de pose, de motifs et d'appareillages. Ils soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état du support, produits et techniques de pose et de jointoiment, temps de séchage et délais de mise en œuvre, coûts, joints de fractionnement, joints de finition, planéité, couche de désolidarisation et d'étanchéité, isolation sous-jacente, chauffage sol, application d'un bouche-pore, entretien spécifique, etc. Pour les carreaux d'extérieurs, il convient de prêter attention à la pente, au drainage, aux risques d'efflorescences, etc.

Les carreaux d'épaisseur irrégulière ou présentant des traces résiduelles de mortier sur la face inférieure seront limités à une pose scellée (pose traditionnelle au mortier) afin de rattraper les différences d'épaisseur. L'usage de mortier-colle sera dans ce cas à éviter. De même, la présence éventuelle de mortier résiduel sur les tranches peut affecter la dimension nominale des joints ainsi que leur teinte et leur composition.

La terre cuite est un matériau poreux nécessitant en phase d'usage un traitement hydrofuge/oléofuge adéquat à renouveler

#### Penser réversible !

*L'usage d'un mortier bâtard (chaux-ciment) et de joints sans résine facilite le futur démontage. Ce mode de pose n'est toutefois pas adapté à toutes les situations et implique des conséquences en termes de performances d'adhérence, coûts de mise en œuvre, délais, etc. Pensez-y au moment du choix de la technique de pose, cela augmentera la possibilité d'un futur réemploi.*

périodiquement (par exemple : cires, résines, saturateurs à base d'huiles, d'huile de lin et essence de térébenthine, etc.). Les carreaux de réemploi sont susceptibles d'être tout ou en partie recouverts par l'ancienne couche d'imprégnation. Selon l'état esthétique de la patine, il est possible d'éliminer cette couche par décapage (chimique, aérogommage, etc.) avant de procéder au nouveau traitement de protection. Dans tous les cas, les carreaux en terre cuite nécessitent un entretien régulier et spécifique.

Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

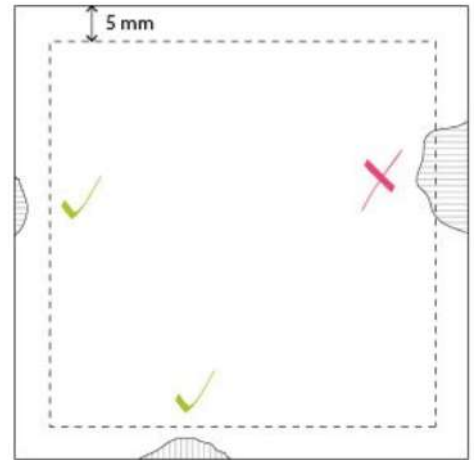
→ **Composition du lot** : le lot doit être constitué entièrement de carreaux en terre cuite.

→ **Dimensions** : les dimensions des carreaux doivent être homogènes, y compris dans l'épaisseur. Des variations d'épaisseur de l'ordre de 1 à 2 mm sont cependant possibles pour les carreaux artisanaux d'un même lot. Dans le cas de carreaux dont la tranche n'a pas été nettoyée des restes de mortier, il importe d'en tenir compte. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par l'auteur de projet selon l'appareillage, l'épaisseur des joints et la technique de pose.

→ **Coloris** : des variations de teintes sont possibles (même pour des produits neufs). Dans le cas des carreaux de terre cuite de réemploi, ces variations peuvent être dues au mode de production, à l'exposition d'origine, aux traitements précédemment appliqués, etc. Il est conseillé de mélanger les carreaux lors de la pose.

→ **État** : les carreaux de réemploi peuvent présenter des altérations telles que des traces d'usure superficielle, des arêtes ébréchées ou écornées, des taches, des traces de moisissures, des efflorescences, etc. Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini, en spécifiant les dimensions maximales des

défauts (par exemple, cassures et ébréchures < 25 mm<sup>2</sup>). Ce principe peut-être décrit sous forme visuelle pour faciliter l'examen des carreaux.



→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.



Variations de teinte



Exemple d'imperfection





**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

La norme harmonisée européenne EN 14411 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des carreaux en céramique. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des carreaux en terre cuite non émaillés de réemploi (applications sol, intérieur et extérieur).

Caractéristiques	Int	Ext	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur)</b>	x	x	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. Le caractère irrégulier des carreaux influencera l'épaisseur des joints lors de la mise en œuvre.
<b>Épaisseur</b>	x	x	Une variation de $\pm 10\%$ est tolérée pour la plupart des carreaux de terre cuite neufs. Ces variations, ainsi que l'épaisseur importante de certains types de carreaux devront être considérées pour la mise en œuvre, particulièrement en cas de rénovation (par exemple : répercussions sur la hauteur de plancher).
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	x	x	Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour estimer ces caractéristiques. Des carreaux courbes sont à éviter en usage extérieur afin de limiter la stagnation d'eau.
<b>Qualité de la surface</b>	x	x	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer. La présence de taches ou de moisissures fera l'objet d'une attention particulière étant donné leur caractère potentiellement irréversible.
<b>Absorption d'eau</b>	x	x	De porosité variable, les carreaux en terre cuite sont susceptibles d'absorber les liquides. Cette caractéristique concerne 1) la face inférieure, par laquelle une remontée d'humidité favorise l'apparition d'efflorescences au niveau de la surface visible, 2) les tranches, pour lesquelles il est déconseillé d'utiliser un produit de jointoiement coloré, 3) la face supérieure pour laquelle il est conseillé d'appliquer un produit de revêtement hydrofuge/oléofuge en usage intérieur.
<b>Résistance à la rupture/charge de rupture</b>	x	x	Principalement fonction de l'épaisseur et de la porosité du carreau. Les carreaux en terre cuite de réemploi plus anciens ont généralement une épaisseur importante ( $\geq 20$ mm) afin de répondre à cette exigence. Les techniques de production contemporaines ont permis la mise sur le marché de carreaux plus fins. L'évaluation approfondie de cette performance est pertinente en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Résistance à l'abrasion (usure)</b>	x	x	Les carreaux en terre cuite présentent une résistance à l'usure de faible à moyenne. Cette caractéristique exclut leur utilisation pour des applications d'usage intense (par exemple : écoles, supermarchés, passages d'engins à roulettes, etc.)
<b>Résistance aux chocs</b>	x	x	A considérer dans les zones où la résistance aux impacts est considérée comme ayant une importance particulière.
<b>Glissance</b>	x	x	Le caractère généralement rugueux des carreaux en terre cuite améliore leur performance vis-à-vis de la glissance. Cette caractéristique mérite d'être évaluée pour des usages de passage plus intensif, en application extérieure et/ou pour sols inclinés. Elle sera évaluée au regard du degré d'usure, du salissement, de l'entretien du sol et des traitements de surface.
<b>Réaction au feu</b>	x		Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les revêtements de sol en carreaux céramiques sans finition sont classés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 <sub>FL</sub> sans essai préalable.
<b>Résistance au gel/dégel</b>		x	Cette performance détermine la restriction d'usage en extérieur. Le caractère poreux de la plupart des carreaux en terre cuite de réemploi limite leur utilisation à un usage intérieur. Néanmoins, certains carreaux peuvent rencontrer cette performance. Il est par exemple possible de s'en assurer en sélectionnant exclusivement des lots démontés en usage extérieur.
<b>Résistance aux taches</b>	x	x	Étant donné le caractère poreux, les carreaux en terre cuite sont par nature très sensibles aux taches. Il convient donc de prévoir l'application d'une couche de protection hydrofuge/oléofuge (bouche-pore) lors de la mise en œuvre ainsi qu'un renouvellement périodique du traitement.
<b>Résistance produits chimique (acides bases)</b>	x	x	Les carreaux en terre cuite sont généralement résistants aux produits chimiques courants. Il convient de prévoir un produit de jointoiement correspondant à cette exigence.
<b>Dilatation thermique linéaire</b>	x	x	Faible pour la plupart des carreaux céramiques, ce qui convient aux systèmes de chauffage au sol.
<b>Conductivité thermique</b>	x		A évaluer si les carreaux doivent contribuer aux performances thermiques d'un élément.
<b>Emissions de COV</b>	x		Les Composés Organiques Volatils sont détruits au moment de la combustion des matières organiques éventuellement présentes dans les matières premières argileuses. Les carreaux en terre cuite d'origine sont donc considérés comme exempts de COV. Néanmoins, les carreaux de réemploi peuvent avoir été « pollués » par des substances au cours de leur phase d'usage (par exemple : produits de mise en œuvre, produits de finitions, etc.).

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance à l'usure, la résistance au gel, la glissance, le module de rupture, etc., devront être mesurés et quantifiés à l'aide de tests effectués par des laboratoires agréés.



**Disponibilité**

Les carreaux en terre cuite non émaillés de réemploi sont un produit relativement courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Frequent	Lot de 1 to 50 m <sup>2</sup>
Occasionnel	Lot de 50 to 100 m <sup>2</sup>
Rare	Lot > 100 m <sup>2</sup>

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

→ Coût de la dépose : 15 - 25 €/m<sup>2</sup>

Fourniture : selon format, état général, etc. (hors antiquités)

→ Carreaux en terre cuite de réemploi nettoyés : 50 - 90 €/m<sup>2</sup>

→ Carreaux en terre cuite neufs : 25 - 90 €/m<sup>2</sup>

→ Traitement de protection et finition : 8 - 16 €/m<sup>2</sup>

**Substances dangereuses et précautions**

Durant la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, les carreaux en terre cuites étaient souvent recouverts d'une peinture rouge (appelée « Rouge de Prusse ») pouvant contenir du plomb et émettre des gaz toxiques en présence d'acide. Les mesures de précaution nécessaires doivent impérativement être prises avant de procéder au réemploi ou à la rénovation des sols pourvus de résidus de peinture rouge.



Peinture « Rouge de Prusse » : précautions !

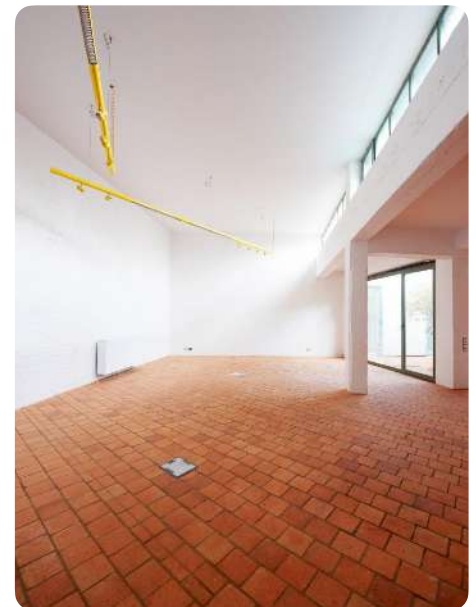
**Embodied carbon (Cradle to gate – production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
INIES database (FR) – Données génériques	27.2	1
CTMNC – Déclaration collective	21.6	0.8

Valeurs indicatives pour une épaisseur moyenne de 15 mm et masse volumique estimée à 1800 kg/m<sup>3</sup>



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de carreaux en terre cuite de réemploi permet de prévenir la production de ~ 2 160 à ~2 720 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de carreaux neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~12 980 à ~16 320 km effectué dans une petite voiture diesel.



Carreaux de réemploi dans l'ancienne « Marbrerie Albert » (BE) © François de Ribaucourt

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description du matériau

Les carreaux en grès cérame non émaillé (ci-après dénommés simplement "carreaux") se prêtent bien au réemploi. Leur composition à base d'argiles et de feldspath et leur production impliquant un pressage et une cuisson à 1300 °C leur assurent une grande résistance. Ils sont très durs, non rayables, non poreux et ingélifs. Abondamment produits en Europe du début du 20e siècle jusqu'aux années 1980, ils se rencontrent fréquemment dans des bâtiments privés, publics et des équipements collectifs principalement sous forme de revêtements de sols intérieurs. On les retrouve de façon stable sur le marché du réemploi. Les carreaux visés ici sont pressés à sec et non émaillés/engobés. Il ne faut pas les confondre avec leurs homologues en grès étiré, en terre cuite ou à base de ciment, souvent plus poreux et/ou plus sensibles à l'usure.



→ **Formats** : la plupart des carreaux sont de forme carrée, hexagonale et octogonale (+ cabochons). Leurs dimensions nominales sont généralement de l'ordre 10 × 10 cm, 13 × 13 cm, 15 × 15 cm et 20 × 20 cm. L'épaisseur est variable selon les modèles, mais rarement plus épaisse que 2,5 cm. Les plinthes droites, à gorges et à talons assorties à ce matériau sont rarement récupérables et sont donc peu réemployées.

→ **Finition** : non émaillés/engobés.

→ **Texture** : surface supérieure (visible) majoritairement lisse et uniforme, rarement avec un relief. Les bords sont lisses et nets. Occa-

sionnellement, les carreaux sont rectifiés (léger biseau) sur le bord supérieur des tranches. La face inférieure (non visible) est pourvue d'un léger relief pour des raisons d'adhérence au support.

→ **Coloris** : les coloris sont variés, de teinte unie, bichrome (mouchetés, flammés) ou polychrome (fleuris, etc.). Le dessin des motifs est très net. Les carreaux de réemploi sont très souvent de « pleine masse », bicouche ou monocouche. Dans ce dernier cas, la teinte est uniforme sur toute l'épaisseur et une usure de surface affecte moins les qualités esthétiques.

### Récupération du matériau

→ **Tests de démontage** : des tests de démontage permettent de vérifier la faisabilité de la dépose. Généralement, les carreaux posés sur mortier-colle ou les accessoires comme les plinthes se révèlent souvent difficiles à démonter proprement.

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des carreaux et une certaine homogénéité des lots. Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein du carrelage en libérant préalablement 2 côtés (perpendiculaires) des carreaux à desseller. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Les carreaux seront triés par qualités, couleurs, dimensions et degré de nettoyage. Une attention toute particulière sera portée aux lots caractérisés par un motif défini et pour lesquels certaines pièces doivent être récupérées intactes (ex : tapis à motif avec frise et pièces d'angle).

→ **Traitement** : pour être reposés sans complication, les carreaux doivent être nettoyés des restes de mortier sur la face inférieure et sur les tranches. La plupart des fournisseurs de carreaux de réemploi effectuent ce nettoyage sur les lots qu'ils revendent (par traitement mécanique et, plus rarement, physi-



Carreau rectifié



Carreau monocouche



Carreau bicouche



Carreau bicouche

co-chimique). Certains proposent ce service séparément. Généralement, les carreaux ne sont pas dégraissés et certaines taches devront être éliminées après la repose.

→ **Stockage** : les lots de carreaux sont stockés en vrac sur palettes ou reconditionnés en paquets. Idéalement, les carreaux doivent être stockés à l'abri des intempéries pour éviter la condensation d'eau pouvant mener au développement de moisissures.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc). Il est à noter que les carreaux pré-empaquetés facilitent la pose.



Démontage de carreaux



Carreaux démontés



Carreaux reconditionnés en paquets



### Applications et mise en œuvre

Les carreaux en grès cérame non émaillés de réemploi peuvent être appliqués en intérieur comme en extérieur. Ils s'utilisent généralement comme revêtement de sols pour des applications soumises à des sollicitations modérées (logement privatif) ou plus intenses (hall, surface commerciale). Lorsqu'ils ne sont pas trop épais, on peut aussi les utiliser en application murale. Très faiblement poreux, ils se prêtent bien à des usages impliquant de l'humidité (espaces sanitaires) ou des produits tachants et agressifs (cuisines, laboratoires).

Le choix des carreaux doit cependant tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 14411) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).

La remise en œuvre des carreaux de réemploi entièrement nettoyés ne diffère en rien de celle des carreaux neufs. Ils se prêtent à la même diversité des modes de pose, de motifs et d'appareillages. Ils soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état du support, produits et techniques de pose et de jointoiement, temps de séchage et délais de mise en œuvre, coûts, joints de fractionnement, joints de finition, planéité, couche de désolidarisation, isolation sous-jacente, chauffage sol, etc.

Des carreaux présentant des traces résiduelles de mortier sur la face inférieure seront limités à une pose en chape fraîche ou au mortier sur lit de sable stabilisé ou support durci, afin de rattraper les différences d'épaisseur. L'usage de mortier-colle sera dans ce cas à éviter. De même, la présence éventuelle de mortier résiduel sur les tranches peut affecter la dimension nominale des joints ainsi que leur teinte et leur composition.

#### Penser réversible !

L'usage d'un mortier bâtard (chaux-ciment) et de joints à base de ciment sans résine facilite le futur démontage. Ces modes de poses présentent toutefois des performances d'adhérence moindres. Ils sont aussi déconseillés pour des usages impliquant des variations de température significatives ou des charges mobiles importantes.

Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

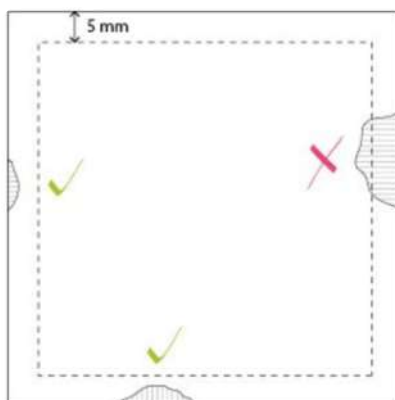
→ **Composition du lot** : le lot doit être constitué entièrement de carreaux en grès cérame non émaillé.

→ **Dimensions** : les dimensions des carreaux doivent être homogènes, y compris dans l'épaisseur. La tolérance dimensionnelle sera déterminée par l'auteur de projet selon l'appareillage, l'épaisseur des joints et la technique de pose.

→ **Teinte** : de légères variations de teintes sont possibles (même pour des produits neufs). Dans le cas des carreaux de réemploi, ces variations peuvent être dues à l'exposition d'origine. Il est conseillé de mélanger les carreaux lors de la pose. Le concepteur peut aussi opter expressément pour un motif incluant des carreaux de couleurs très différentes. C'est une façon de tirer parti d'une plus grande diversité de carreaux de réemploi pouvant mener à des résultats intéressants sur le plan architectural.

→ **État** : les carreaux de réemploi peuvent présenter des altérations telles que des traces d'usure superficielle, des arêtes ébréchées ou écornées, des fissures, etc.

Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, au regard de l'usage prévu, en spécifiant l'acceptation ou le rejet de ces défauts (par exemple, cassures et ébréchures < 25 mm<sup>2</sup>). Ce principe peut-être décrit sous forme visuelle pour faciliter l'examen des carreaux. Exemple :



→ **Quantité** : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus de 5% lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Variation de teinte



Nettoyage mécanique



Fissure



Coin écorné



### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

La norme harmonisée européenne EN 14411 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des carreaux en céramique. Bien que détaillées pour les matériaux neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des carreaux en grès cérame non émaillé de réemploi (applications sols et murs, intérieurs et extérieurs).

Caractéristiques	Sols		Murs		Commentaires
	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
<b>Dimensions (longueur, largeur, épaisseur)</b>	x	x	x	x	Cette caractéristique est étroitement liée au degré de tri et de nettoyage des carreaux de réemploi. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Géométrie (rectitude des arêtes, angularité, planéité de la surface)</b>	x	x	x	x	idem
<b>Qualité de la surface</b>	x	x	x	x	idem
<b>Absorption d'eau</b>	x	x	x	x	De par leur nature, les carreaux en grès cérame non émaillés possèdent généralement un coefficient d'absorption d'eau très faible (< 0,5%).
<b>Pour les usages spécifiques</b>					
<b>Module de rupture</b>	x	x	x	x	Principalement fonction de l'épaisseur du carreau. Performance pertinente à évaluer en cas de charges statiques et/ou dynamiques élevées.
<b>Résistance à l'abrasion profonde</b>	x	x			De par leur nature, ces carreaux sont généralement très résistants à l'usure. Le fait que ces carreaux sont non émaillés et teintés dans la masse contribue généralement à améliorer cette caractéristique. Celle-ci est notamment pertinente à évaluer dans les espaces soumis à un trafic intensif (hall de gare, aéroports, ateliers industriels, etc.).
<b>Dilatation thermique linéaire</b>	x	x	x	x	Faible pour la plupart des carreaux céramiques.
<b>Résistance aux chocs thermiques</b>	x	x	x	x	Pour des applications spécifiques où les carreaux sont soumis à des gradients de température élevés.
<b>Résistance au gel/dégel</b>		x		x	La faible porosité des carreaux en grès cérame leur confère généralement un caractère ingélfif.
<b>Glissance</b>	x	x			Le caractère généralement lisse de la surface favorise la glissance. Les carreaux lisses ne conviendront probablement pas pour des usages extérieurs non couverts et/ou régulièrement inondés (ex : douche italienne). Leur performance devra être particulièrement évaluée pour des usages de passage intensif et/ou sols inclinés.
<b>Adhérence aux mortiers-colles, adhésifs en dispersion ou colles réactives</b>			x	x	Selon le type de pose préconisé en application murale.
<b>Dilatation à l'humidité</b>	x	x	x	x	Faible pour la plupart des carreaux céramiques.
<b>Légères différences de couleurs</b>	x	x	x	x	Pour des applications spécifiques.
<b>Résistance au choc</b>	x	x			A considérer dans les zones où la résistance aux impacts est considérée comme ayant une importance particulière.
<b>Réaction au feu</b>	x		x	x	Conformément à la décision 96/603/CE de la Commission européenne, les revêtements de sol en carreaux céramiques sont classés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 <sub>FL</sub> sans essai préalable.
<b>Tactilité</b>	x	x			Caractéristique essentielle pour les surfaces podotactiles - personnes malvoyantes. Usage très spécifique.
<b>Résistance aux taches</b>	x	x	x	x	La faible porosité des carreaux leur confère généralement une bonne résistance aux taches.
<b>Résistance aux faibles et fortes concentrations d'acides et de bases</b>	x	x	x	x	Les carreaux céramiques sont généralement résistants aux produits chimiques courants.
<b>Résistance aux produits ménagers</b>	x	x	x	x	Les carreaux céramiques sont généralement résistants aux produits chimiques courants.
<b>Conductivité thermique</b>	x				A évaluer si les carreaux doivent contribuer aux performances thermiques d'un élément.
<b>Emissions de COV</b>	x		x		Les Composés Organiques Volatils sont détruits au moment de la combustion des matières organiques éventuellement présentes dans les matières premières argileuses. Les carreaux céramiques sont donc considérés comme exempts de COV. Néanmoins, les produits de mise en œuvre et de protection peuvent potentiellement être émetteurs de COV.





**Disponibilité**

Les carreaux céramiques en grès cérame non émaillés sont un produit relativement courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant beaucoup des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	Lots de 0 to 50 m <sup>2</sup>
Occasionnel	Lot de 50 to 100 m <sup>2</sup>
Rare	Lot > 100 m <sup>2</sup>



**Démontage**

Rendement de démontage : ~15 m<sup>2</sup> de carreaux en bon état/homme.jour

Ce taux inclut l'installation, la logistique et le pourcentage de casse. Il varie selon la taille des carreaux, le degré d'accroche du mortier, la configuration du bâtiment, etc.

**Astuce conception !**

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des motifs différents dans chaque pièce).*

**Prix indicatifs sur le marché du réemploi (Hors Taxes)**

Un échantillon non exhaustif du marché de la récupération en Europe occidentale (Belgique, France, Royaume-Uni et Pays-Bas) nous a permis d'extraire quelques prix indicatifs :

→ Coût de la dépose : 15 - 25 €/m<sup>2</sup>

→ Service de nettoyage : 25 - 35 €/m<sup>2</sup>

**Fourniture** : selon format, motif, état général, etc. (hors antiquités)

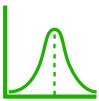
→ Carreaux nettoyés : 50 - 85 €/m<sup>2</sup>

→ Carreaux non nettoyés : 25 - 50 €/m<sup>2</sup>

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données INIES (FR) – Donnée générique	9.29	0.40
Base de donnée ICE (UK)	17.94	0.78

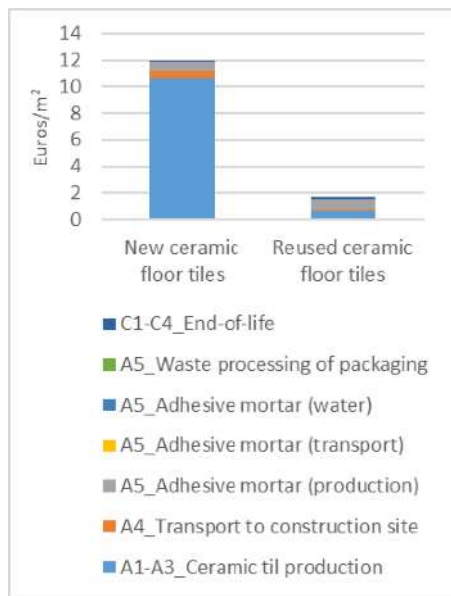
Valeurs indicatives pour une épaisseur moyenne de 10 mm et masse volumique estimée à 2300 kg/m<sup>3</sup>



Réutiliser 100 m<sup>2</sup> de carrelage permet de prévenir la production de ~1000 à ~1800 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de carreaux neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~6000 à ~11500 km effectué dans une petite voiture diesel.

**Substances dangereuses et précautions**

**Amiante** : Certaines colles à carrelage utilisées avant 1990 sont susceptibles de contenir de l'amiante. Même si le risque est faible (< 1 à 10 % selon les applications et les pays), des mesures adéquates doivent être prises afin de procéder à un diagnostic correct. Le risque est légèrement plus élevé pour les colles mises en œuvre au niveau des plinthes. La présence d'amiante dans les joints de dilatation est également possible.



**Trouver des prestataires spécialisés**



**Le saviez-vous ?**

Une analyse de cycle de vie menée sur un processus de nettoyage de carreaux de réemploi d'une entreprise basée à Bruxelles a montré que leur impact environnemental était 2 à 6 fois moindre que celui d'un carreau neuf.

Source : projet Careno (Be Circular 2016) mené par Rotor et le CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction - Belgique). Le détail de cette étude est disponible à la demande (info@rotordb.org)

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



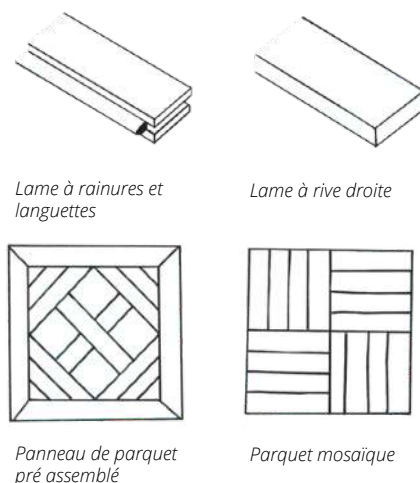
**Description du matériau**

**Par définition, un parquet en bois massif est un système de revêtement de sol intérieur composé de lames assemblées et comportant une seule couche en bois massif d'au moins 2,5 mm d'épaisseur. Les planches commercialisées ont généralement subi l'influence du temps (intempéries, eau salée, phase d'usage, etc.) et se caractérisent par un aspect patiné et une texture grossière.**

Dans le cadre de ce document, nous développons les spécificités liées au réemploi d'éléments de parquet en bois massif dont l'usage d'origine est identique au nouvel usage prévu (i.e. **parquets anciens**). D'autres produits de revêtements de sol en bois ancien sont également disponibles sur le marché du réemploi mais proviennent d'applications différentes. C'est par exemple le cas des planches de wagon, des planches en bois de grange, des planches à fromage ou des planches sciées à partir de poutres récupérées (i.e. **parquets en bois ancien**). Bien qu'il existe certaines similitudes entre les parquets anciens et les parquets en bois ancien, la présente fiche porte exclusivement sur les premiers. Elle n'aborde pas non plus le cas du réemploi des parquets contrecollés, des parquets stratifiés, des lamelles sur chant, des parquets en bois de bout et des lames de platelage destinées à un usage extérieur.

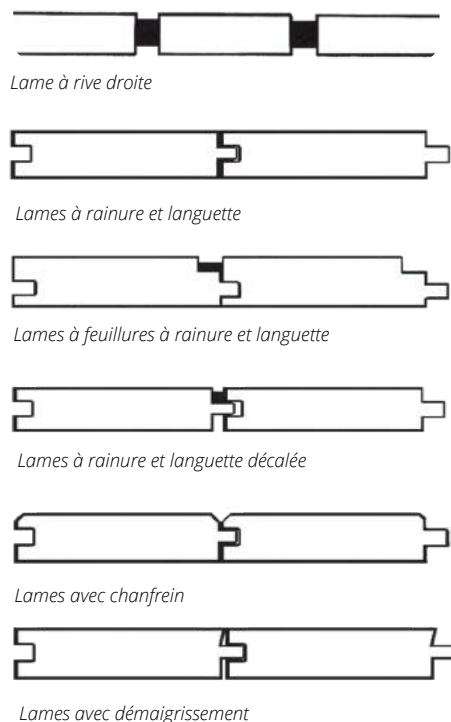
Les parquets anciens sont appréciés pour leur esthétique et leur réemploi est donc fréquent. De nombreux fournisseurs professionnels se sont spécialisés dans ce domaine. La remise en œuvre du matériau peut s'avérer complexe si certaines conditions élémentaires ne sont pas respectées. Afin de faciliter leur réemploi, les éléments subissent généralement une série d'opérations préalables en vue d'homogénéiser certaines de leurs caractéristiques. Selon leur état, les lames peuvent requérir un réusinage complet. Ces opérations ont généralement une influence significative sur les coûts liés à l'opération de réemploi.

→ **Types.** Les principaux types de parquets en bois massif de réemploi sont les lames à rive droite (parfois appelées lames de plancher) et les parquets à rainures et languettes. Les panneaux de parquet préassemblés (panneaux Versailles, panneaux Aremberg, etc.) se rencontrent également mais plus occasionnellement. Les éléments de parquets mosaïques sont beaucoup plus rarement réemployés.



→ **Dimensions.** Selon le motif d'origine, les lames sont généralement caractérisées par les dimensions suivantes : épaisseur = 10 à 30 mm, largeur = 70 à 300 mm, longueur = 0,5 à 5 m. Ces dimensions peuvent varier d'un lot à l'autre ainsi qu'entre plusieurs éléments d'un même lot.

→ **Profil.** Les lames peuvent être profilées d'origine ou suite à des opérations spécifiques. Le profilage peut concerner 2 ou 4 tranches et vise à conférer aux lames une forme particulière : rive droite, rainure et languette, feuillure, rainure décalée, avec ou sans chanfrein, avec ou sans démaigrissement.



→ **Mode de pose.** La méthode originale de pose du parquet a une influence majeure sur les possibilités de démontage et de récupération. Les parquets cloués sont généralement

plus faciles à récupérer que les parquets collés. Par ailleurs, la récupération de parquets posés à la colle bitumineuse noire d'avant les années 1950 nécessite de prendre des dispositions particulières (*voir encadré « Bitume ou goudron ? »*). De manière générale, les parquets en bois massif ne se rencontrent pas en pose flottante.

→ **Essence de bois.** Les lots anciens sont majoritairement composés de lames en bois feuillu (chêne, châtaignier, hêtre, charme, noyer, érable, etc) ou résineux (pin, pitchpin, sapin, mélèze, etc.). On trouve occasionnellement des essences de bois tropicaux, notamment dans des lots d'origine plus récente (teck, mahogany, iroko, jatoba, padouk, etc.).

→ **Aspect.** L'aspect d'un parquet de réemploi dépend des caractéristiques intrinsèques du bois (teinte naturelle, nœuds, singularités de bois, présence d'aubier, altérations biologiques, coupe, grain, etc.), des caractéristiques d'usage (fissures, rayures, traces de peinture, traces de colle sur la face visible ou sur la face de pose, trous, etc.) et des opérations réalisées sur les lames (rustique, poncé, raboté, sablé, vernis, huilé, ciré, etc.).

→ **Dénominations spécifiques.** Les lames en bois proviennent généralement de toute l'Europe et des dénominations spécifiques sont courantes (par exemple : « parquet de chêne français », « parquet de gymnase », « classic London boards », etc.).



**Parquet contrecollé**

Le parquet contrecollé (parfois appelé *parquet flottant*) est composé de plusieurs couches : un parement en bois massif (couche d'usure) collé sur un support en HDF (panneau de fibres de bois de haute densité) ou en contreplaqué. En général, il est usiné pour une pose flottante, rapide et économique, ou une pose collée. Le réemploi de ces éléments n'est pas impossible mais dépend vivement de l'état de la couche d'usure. Si celle-ci est trop entamée par l'usage ou par un rabotage (antérieur ou à effectuer), la durabilité de l'élément sera compromise. Une lame en bois massif, par contre, peut généralement être poncée ou rabotée plusieurs fois.





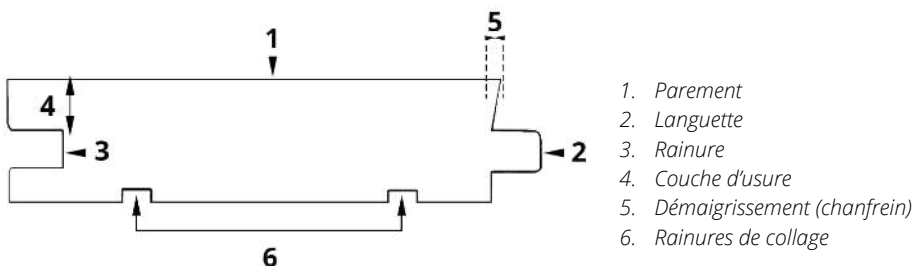
### Récupération du matériau

Les parquets en bois massif se retrouvent fréquemment dans les habitations familiales et dans certaines infrastructures plus importantes (gymnases, salles d'exposition, musées, immeubles de bureau, etc.). Généralement aisés à démonter, ils sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Leur intérêt pour ces éléments dépendra essentiellement du modèle, des quantités et de l'état général du lot.

→ *Évaluation du potentiel.* Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur site ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au type de parquet, à la nature du support, au mode de pose, aux quantités, aux dimensions, etc. Un test de démontage permet de compléter ces informations. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : les lames présentent-elles des dommages importants (dégâts d'humidité, déformations, fissures, traces de moisissures, traces d'insectes, traces d'un revêtement supplémentaire, etc.) ? Quel est l'état de la couche de finition et de la couche d'usure ? Homogénéité des dimensions ? Quel est le mode de pose (collé/cloué) ? Les lames s'enlèvent-elles facilement sans s'abîmer ? Les rainures et languettes sont-elles collées ? Sont-elles fragilisées ? Existe-t-il un risque de présence de substances dangereuses (amiante, plomb, goudron, etc.) ?
- la documentation disponible (fiches techniques, déclaration de performances, carnets d'entretien, etc.) et l'évaluation des conditions d'usage (affectation des locaux, intensité du trafic, conditions hygrométriques, variations de nuances liées à une exposition différenciée, conditions d'entretien, etc.).
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de revente, la facilité de redimensionnement, etc. les dispositions logistiques, notamment les délais, la manutention, l'organisation du transport, etc.

Les légères dégradations de surface telles que les rayures, les traces de peinture ou les traces de colle peuvent dans la plupart des cas être corrigées par un ponçage/rabotage



Anatomie d'une lame de parquet à rainure et languette.

adéquat. De manière générale, il faut tenir compte du fait que l'épaisseur de la couche d'usure après ponçage/rabotage doit être suffisante ( $\geq 2,5$  mm) pour permettre le réemploi.

→ *Dépose.* Le démontage soigneux d'un parquet en bois massif doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Une attention particulière doit être portée aux risques liés à la présence de substances dangereuses (amiante, HAP, etc.) ainsi qu'aux risques liés à la présence éventuelle de câblage électrique sous le parquet. Dans un bâtiment concerné par des travaux lourds (démolition, rénovations, désamiantage, etc.), il est préférable d'effectuer le démontage des parquets avant le démarrage de ces travaux. À défaut, il convient de prendre les précautions nécessaires pour éviter qu'ils ne soient endommagés par des coups, de l'humidité, des salissures, une exposition à des substances dangereuses, etc.

De manière générale, la dépose dépend du mode de pose d'origine. Dans un premier temps, il convient d'enlever les plinthes et les barres de seuil. Ensuite, les lames sont retirées une par une, à partir d'un bord de la pièce, au moyen d'outils appropriés (pied de biche, pince à décoffrer, tenaille, ciseau à bois, etc.). Les premières lames sont souvent compliquées à retirer sans détérioration. Dans le cas des parquets à rainures et languette, il est toujours conseillé de commencer par le bord de la dernière rangée posée. Les lames de parquet clouées sont soulevées progressivement sur toute la longueur au niveau des clous. Une attention particulière sera portée aux rainures et languettes (éviter de forcer, de tordre ou d'appliquer un bras de levier à cet endroit).

Il est recommandé d'extraire les clous des lames au moment de la dépose au moyen d'une tenaille (+ cale d'appui pour éviter d'abîmer la face visible) ou d'un chasse-clou pneumatique. Cette étape diminue le risque de détérioration des lames pendant leur

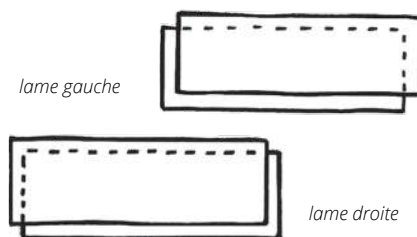
transport et leur stockage, et facilite leur réusinage ultérieur. Traditionnellement, les clous sont positionnés de façon inclinée au niveau de la languette, ce qui peut rendre leur extraction délicate. Les clous arasés seront plus compliqués à extraire ultérieurement.

Un pourcentage de pertes (de 20 à 40 % de la surface déposée) est généralement admissible en raison de la casse potentielle et des découpes.

À l'issue de la dépose, les lames sont triées visuellement selon leur état (fissures, planéité, usure, état des rainures et languettes, présence d'insectes, etc.) et leurs caractéristiques (dimensions, lames gauches ou droites, etc.). Les éléments similaires sont préférablement regroupés, numérotés et correctement identifiés afin de garantir l'homogénéité et la traçabilité des lots. Ils sont stockés à plat, sur palette (pas de contact avec le sol) et à l'abri des intempéries.



Dépose d'un parquet cloué sur lambourdes



Représentation schématique des lames gauches ou droites (rainures et languettes)



→ **Opérations.** Selon leur état, les lames de parquet en bois massif peuvent passer par plusieurs opérations avant d'être remises en œuvre. La plupart du temps, les fournisseurs spécialisés disposent de l'expertise nécessaire et effectuent d'office certaines de ces opérations. Il arrive cependant que le bois soit récupéré ou vendu dans son état d'origine. Il appartient alors à l'acheteur d'anticiper les étapes nécessaires.

- **Retrait des éléments métalliques.** Si ce n'est pas déjà fait lors du démontage, les clous, vis et autres pièces métalliques sont éliminés au moyen d'outils adaptés (tenaille, chasse-clou pneumatique). Ce processus laborieux est essentiel si un usinage du bois est prévu ultérieurement, au risque de détériorer les machines. L'utilisation d'un détecteur de métaux facilite la localisation des objets métalliques.
- **Nettoyage superficiel.** Par brossage, ponçage ou sablage selon les exigences. Chaque procédé affecte différemment l'aspect des lames.
- **Nettoyage des résidus de colle.** Selon le type de colle et la facilité de nettoyage. Cette opération se réalise au moyen d'outils manuels (spatule et rabot) ou mécaniques (raboteuse).
- **Nettoyage des tranches.** Souvent encrassées par des résidus de colles et de vernis ou par des salissures tenaces, les bords à rive droite et les rainures/languettes sont nettoyés avec précaution au moyen de ciseaux à bois. Cette opération est généralement nécessaire pour éviter les complications lors de la remise en œuvre.



Outils de nettoyage des rainures et languettes

- **Sciage et délignage.** Les lames peuvent être recoupées à des longueurs et des largeurs définies, ou selon les exigences liées au motif de pose (par exemple : en point de Hongrie, à bâton rompu, etc.). Il est fréquent que les extrémités abîmées des lames soient découpées. Il est également possible de réduire l'épaisseur des lames,

par exemple pour répondre aux exigences liées au chauffage par le sol ou pour éliminer les résidus de colle bitumineuse.

- **Rabotage.** Pour une remise en état de la couche d'usure, pour éliminer des traces de colle, ou pour des lots présentant des différences d'épaisseur importantes. En effet, les lames de parquets sont sollicitées différemment au cours de leur vie. Typiquement, le centre d'une pièce de vie est plus sollicité que ses bords, ce qui se traduit par une usure plus prononcée des lames centrales. Les lames récupérées sont alors rabotées sur une ou deux faces pour obtenir des lames d'épaisseur constante. Dans ce cas, il est important de tenir compte des dimensions spécifiques du système à rainure et languettes, et de s'assurer que l'ensemble des lames sont compatibles pour une remise en œuvre. A l'issue de cette opération, la couche d'usure doit présenter une épaisseur minimale de 2,5 mm pour assurer une bonne tenue dans le temps et permettre des rénovations ultérieures.



Rabotage industriel

- **Réusinage complet (calibrage dimensionnel).** En plus d'être sciées et rabotées, les lames peuvent être fraisées afin de rectifier le système de rainure/languette ou pour créer un chanfrein. Les lames réusinées sont généralement certifiées « prêtes à la pose ».



Réusinage des rainures et languettes

- **Séchage.** Selon l'état hygrométrique du bois. Les éléments sont généralement séchés naturellement sous hangar, en prenant les dispositions de stockage nécessaire (espacement des éléments, pas de contact avec

le sol, chauffage, ventilation, etc.). Un séchage artificiel au four peut être opéré afin de réduire et stabiliser le taux d'humidité. Le séchage artificiel contribue à l'élimination des nuisibles potentiels (moisissures, insectes) et est souvent recommandé pour les applications de chauffage au sol.

- **Réparation.** Un masticage ou rebouchage des trous peut être réalisé.
- **Finition.** Selon les exigences, le type de finition d'origine (huilé, vernis, ciré) et l'état du parquet de réemploi, il conviendra de poncer plus ou moins fortement les lames en vue d'y appliquer la nouvelle finition (par exemple un parquet anciennement ciré et destiné à être vernis doit être poncé à blanc sous peine de voir apparaître des tâches). Cette opération se réalise le plus souvent au moment de la mise en œuvre. Il est conseillé de se tourner vers des produits de finition écologiques et respectant les réglementations environnementales et sanitaires.
- **Traitement insecticide.** En cas de risque d'infestation du bois. Les lames infestées doivent être écartées et le reste du lot concerné est préférablement traité par imprégnation. Plusieurs types de traitements préventifs ou curatifs existent, par exemple par trempage, aspersion, badigeonnage, autoclave, thermique, etc. Ils sont encadrés par des normes et des recommandations d'usage, notamment en ce qui concerne l'imprégnabilité des essences bois (voir § performances et aptitude à l'emploi). L'avis d'un professionnel est recommandé, en particulier si le bois a déjà subi ce type de traitement auparavant ou si une couche de finition est présente.
- Au besoin, les lames peuvent être traitées spécifiquement afin d'améliorer leur comportement de réaction au feu (ignifugation).

#### Truly Reclaimed Label

Dans le cadre du projet européen FCRBE, auquel sont rattachées ces fiches, l'organisation Salvo Ltd. (UK) travaille à la mise au point d'un label « Truly Reclaimed », permettant d'attester l'origine authentiquement récupérée des matériaux (par opposition aux matériaux artificiellement usés). Ce label devrait voir le jour très prochainement pour les produits en bois de réemploi.





### Bitume ou goudron ?

Il n'est pas rare de rencontrer des parquets en bois massif collés au moyen de colles bitumineuses ou goudronnées. Ces colles ont été couramment utilisées jusqu'à la deuxième moitié du 20ème siècle. Selon leur composition, elles sont susceptibles de contenir de l'**amiante** ainsi qu'une teneur élevée en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique). Contrairement au goudron, le bitume contient peu de HAP (voir tableau ci-dessous). La détection des ces substances toxiques et cancérigènes s'effectue au moyen de prélèvements et de tests en laboratoire. Il est recommandé de ne pas effectuer de démontage avant d'avoir obtenu le résultat de ces tests (inventaire amiante et test HAP).

Les lames de parquet présentant des restes de colle goudronnée ou amiantée ne sont pas réutilisables et doivent être traitées comme déchets dangereux. Les résidus de colle bitumineuse peuvent quant à eux être éliminés en prenant les précautions adéquates (équipements de protection individuelle, extraction d'air, élimination des poussières, etc.). Il existe des entreprises spécialisées dans cette opération. La dureté et la maniabilité du bitume étant liées à la température, ces opérateurs préfèrent généralement planifier l'enlèvement du bitume en hiver.

Type de colle	Teneur en benzo(a)pyrène (HAP)	Toxicité (risque)
<b>Bitume</b>	< 50mg/kg	Non-dangereux
	> 50mg/kg	Dangereux !
<b>Goudron</b>	> 4000 à 7000 mg/kg	Très Dangereux !

A titre informatif, il existe sur le marché des spray révélateur de goudron permettant de détecter des concentrations en HAP supérieures à 100 mg/kg.



Nettoyage des reste de colle bitumineuse  
© [www.parquetbitumenremoval.co.uk](http://www.parquetbitumenremoval.co.uk)

→ **Stockage.** Les lames sont stockées horizontalement et empilées sur palettes ou en palette-box (pour les petites longueurs), correctement sanglées et à l'abri des conditions d'humidité extérieures. Une bonne ventilation et un environnement chauffé (humidité relative de la pièce = 40 à 65 %, température = 20 °C) permettent de contrôler l'humidité du bois afin d'éviter les déformations ultérieures. Les lames à rainures et languettes sont préférablement stockées rainure contre rainure. De manière générale, il est conseillé d'éviter les débords trop importants, susceptibles de déformer les lames sous leur propre poids. La mise en place d'éléments intercalaires ou l'utilisation de palettes de taille adéquate permet de prévenir ce risque. Les lots peuvent être filmés au moyen de cellophane en veillant toutefois à laisser respirer le bois.

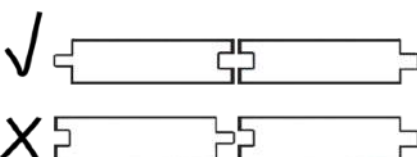


Stockage en palette-box



Stockage sur palette

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires doivent être prises lors du transport et de la livraison (sanglage, moyen de manutention, protection contre la pluie, charge, etc.).



Stockage rainure contre rainure des lames à rainures et languettes



Transport des lames

ÉCONOMIE CIRCULAIRE  
DES BÂTIMENTS

## Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de parquets

FONDATION  
BÂTIMENT  
ÉNERGIE

### En savoir plus !

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi de parquets - Fondation Bâtiment Énergie (FBE). Décembre 2020 (en français).

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-parquets-v8.pdf>





## Applications et mise en œuvre

**La remise en œuvre d'un parquet en bois massif de réemploi « prêt à la pose » ne diffère en rien de celle d'un parquet neuf. Elle soulève les mêmes points d'attention, notamment et selon les applications visées : choix des matériaux et aptitude à l'usage, mode de pose, propriétés et état du support, hauteur de plancher, orientation des lames et calepinage, isolation thermique et acoustique, résistance au feu, chauffage par le sol, joint de dilatation périphérique, prévention des risques d'humidité, finitions, procédures d'entretien, condition d'humidité et température lors de la mise en œuvre, délais de mise en œuvre, coûts, etc.**

Selon l'application, il convient dans tous les cas de se référer aux normes nationales et européennes relatives au produit (e.a. EN 14342), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre. Selon la réglementation en vigueur, il convient également de tenir compte des exigences thermiques et acoustiques, protection contre les termites, résistance au feu, etc.

Laisser de la latitude sur les dimensions, la texture, la teinte du bois et toutes les caractéristiques non-essentiels permet souvent de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi. Cette approche nécessite généralement d'adopter des stratégies de conception et de mise en œuvre plus souples, qui permettent de mettre en valeur l'hétérogénéité des lots tout en respectant les exigences essentielles. Par exemple : pose à l'anglaise en longueurs libres ou à largeurs variables, etc. De manière générale, il est recommandé de se faire accompagner par un parqueteur professionnel pour évaluer la faisabilité de l'opération de réemploi.

Malgré leur connaissance poussée des matériaux et les précieux conseils qu'ils peuvent donner, les revendeurs de parquet en bois massif de réemploi ne certifient généralement pas l'ensemble des caractéristiques des éléments qu'ils fournissent. En revanche, certains fournissent, des garanties sur des aspects tels que l'homogénéité des lots, les dimensions des éléments, le taux d'humidité maximal, l'état du bois (sans pièces métalliques, moisissures, fissures, etc.) ou encore sur son origine (certains revendeurs apposent ainsi le label *FSC recycled* qui certifie que le bois est issu du démontage de bâtiment et non de la coupe d'arbres ou encore le label *Truly Reclaimed*). Certains fournisseurs sont également en mesure de four-

nir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

Selon l'usage envisagé, l'auteur de projet peut être amené à préciser ses attentes quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Essence.** Selon l'usage prévu, le choix de l'essence de bois peut s'avérer primordial. En effet, chaque essence présente des caractéristiques propres, notamment en matière de sensibilité aux coups et au rayures (dureté), à l'humidité et aux déformations, aux insectes et à la décoloration, etc. (voir § performances et aptitudes à l'usage). Le choix d'essences naturellement imputrescibles (certains bois tropicaux) doit être envisagé pour les applications humides telles que les salles de bain.

→ **État.** Les lames de parquet en bois massif de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que :

- traces d'usure superficielle (éclats, fissures, trous ...);
- déformations légères n'empêchant pas la mise en œuvre (flèche, cintrage, torsion, gonflement) ;
- bords légèrement ébréchés ou écornés ;
- détériorations légères au niveau des rainures et languettes n'empêchant pas la remise en œuvre ;
- taches, traces de peinture ou d'anciennes finitions ;
- présence de clous et autres éléments métalliques.

Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »). Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables.

Les lames présentant des détériorations majeures telles que des déformations importantes (flèche, cintrage, torsion, gonflement), une couche d'usure d'épaisseur inférieure à 2,5 mm, des traces de pourritures et de moisissures, des rainures et languettes fortement fissurées, etc. doivent être systématiquement écartées. Les éléments présentant des trous de vers encore actifs (présence de sciure) doivent être traités de façon adéquate.



*Il convient de s'assurer de l'absence de larves d'insectes xylophages qui pourraient se propager à d'autres éléments en bois dans le bâtiment. Une inspection visuelle des planches est préconisée au moment de la mise en œuvre. Pour plus de sécurité, il est également possible d'exiger des lames séchées artificiellement (kiln drying process), voire de prévoir un traitement de préservation insecticide ou un traitement thermique.*

→ **Types et dimensions.** Usuellement, le choix d'un type de parquet dépend du motif et du mode de pose envisagés. La démarche inverse peut toutefois aussi être envisagée : choisir le motif et le mode de pose selon les possibilités offertes par un lot de parquet disponible ! De manière générale, l'épaisseur des lames doit être homogène, particulièrement dans le cas des systèmes à rainures et languettes. Les motifs de parquets à l'anglaise permettent une plus grande souplesse au niveau de la largeur et de la longueur. À l'inverse, les motifs à bâton rompu et en point de Hongrie sont plus exigeants. Une solution peut consister à exiger des caractéristiques dimensionnelles précises ou prévoir une transformation du matériau (rabotage, délignage, usinage, etc.).



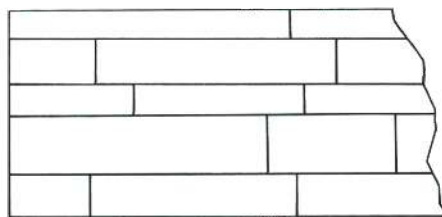


→ **Humidité.** De manière générale, pour éviter les déformations du bois liées à l'humidité (mouvements, gonflement, fissures, etc.), un taux d'humidité maximal du bois de  $10 \pm 3\%$  est recommandé pour la mise en œuvre. De nombreux fournisseurs sont en mesure de répondre à cette exigence. Si nécessaire, ce paramètre peut être mesuré au moyen d'un humidimètre. Des précautions supplémentaires sont recommandées pour éviter les variations d'humidité relative et de température pendant et après la pose : acclimatation du lot à l'air ambiant, contrôle de l'humidité du support, sous-couche imperméable, précautions supplémentaires pour le chauffage au sol, etc.

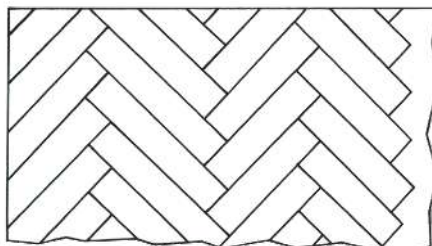
→ **Finition.** Selon les exigences définies : brut, brossé, poncé, raboté, vernis, huilé, ciré, etc. En cas d'application d'une nouvelle couche de finition, par le fournisseur ou sur chantier, il est recommandé de se tourner vers des produits respectueux de l'environnement et de la qualité de l'air intérieur.

→ **Toxicité.** Pour une utilisation en intérieur, il convient de s'assurer que le bois n'a pas été traité ou exposé à des substances toxiques au cours de son usage antérieur, particulièrement si l'application est susceptible d'impliquer un contact avec des humains/animaux et ou avec des aliments. En l'absence d'informations précises à ce sujet ou en cas de doute, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » (voir § « Substances dangereuses et précautions »).

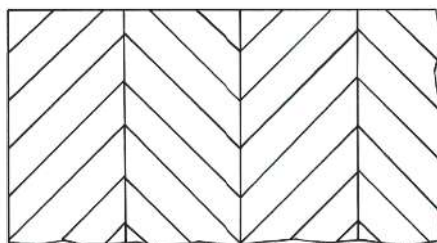
→ **Quantités.** Il est important d'acheter une quantité suffisante de lames dès le départ. Dans la mesure où chaque lot présente des caractéristiques esthétiques uniques, il n'est pas certain qu'un modèle identique sera encore disponible lors d'une commande ultérieure. De manière générale, il est conseillé de commander un surplus de 10 à 15 % selon l'état du lot et la stratégie de conception choisie (jusqu'à 25% pour des lots hétérogènes). Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut également choisir de fractionner ses besoins avec des modèles ou des lots différents.



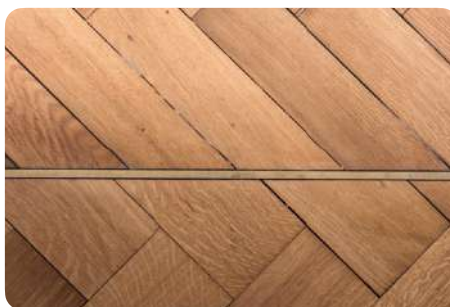
Parquet à l'anglaise à longueur libre et largeur variable



Parquet à bâton rompu (ou à chevron)



Parquet en point de Hongrie



Détails d'assemblage de lots différents. (Haut) MA-MOUT architecten & Atelier d'architecture AUXAU / Maison Renier-Chalon (BE) © Guy-Joël Olivier (Bas) Librebook © ROTOR

→ **Motif de pose.** Il existe une très grande variété de motifs de pose. Opter pour un motif identique à celui d'origine est une bonne façon d'éviter une transformation trop importante des lames. Dans certains cas, un usinage plus conséquent peut permettre le succès d'une opération de réemploi (par exemple, un parquet à bâton rompu transformé en parquet en point de Hongrie en sciant les coins endommagés). Certains fournisseurs professionnels sont également en mesure d'offrir un service d'aide au calepinage (Exemples de motifs ci contre).

→ **Mode de fixation et réversibilité.** Lorsque l'application visée le permet, une pose clouée est à préférer à une pose collée, cette dernière pouvant compromettre un réemploi futur.

→ **Chauffage au sol.** La combinaison d'un chauffage par le sol et d'un parquet en bois massif n'est pas toujours évidente. Il est recommandé de faire appel à un spécialiste pour déterminer les exigences propres à ce système : essence de bois et épaisseur adaptée, stabilité du bois, humidité relative et séchage des lames, facteur d'éclatement des lames, etc.

→ **Performance au feu.** La classe de réaction au feu peut être déterminée au regard de l'essence de bois et de l'épaisseur des planches. Certains traitements ignifuges permettent d'améliorer cette caractéristique.

#### Astuce conception !

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir d'accepter plusieurs lots différents et de les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, en prévoyant un lot homogène pour chaque espace distinct, ou en assurant des jonctions élégantes lors de la combinaison de plusieurs lots. Ces stratégies de conception permettent généralement d'obtenir des qualités architecturales intéressantes. Elles doivent être anticipées et faire l'objet d'études approfondies, notamment pour s'assurer de la compatibilité des lots entre eux.



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

**Le réemploi de lames de parquet en bois massif de réemploi nécessite généralement de maîtriser certaines caractéristiques permettant de se conformer aux exigences relatives à l'application visée. Les principales caractéristiques, définies notamment dans la norme harmonisée EN 14342 (relative aux produits neufs) ou dans les normes de mise en œuvre, peuvent pour la plupart être évaluées par des parqueteurs ou installateurs professionnels. Elles sont reprises à titre informatif au tableau 2.**

De manière générale, chaque essence de bois peut être caractérisée par une série de paramètres relatifs au niveau de performance attendu. Il est impératif d'en tenir compte pour les applications plus exigeantes. Le tableau 1 présente, pour les espèces les plus courantes de parquet en bois massif de réemploi, certains de ces paramètres pertinents pour les applications de revêtement de sol. D'autres paramètres peuvent être requis selon les exigences. Il est relativement simple de trouver ces informations supplémentaires mais aussi pour d'autres espèces moins courantes (orme, noyer, etc.).

*Tableau 1 : Caractéristiques des essences de bois les plus courantes de parquet en bois massif de réemploi*

	Masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ]	Dureté Monnin / Janka (1)	Stabilité en service (2)	Sensibilité aux insectes (3)	Classe d'imprégnabilité (4)
Chêne européen <i>Quercus robur</i>	740	4,2 / 6049 N (mi-dur)	modéré	Non / Oui	4
Châtaignier <i>Castanea sativa</i>	640	2,9 / 3070 N (tendre)	modéré	Non / Oui	4
Erable européen <i>Acer spp.</i>	600	4,7 / 4850 N (mi-dur)	modéré	Oui / Oui	1
Hêtre <i>Fagus sylvatica</i>	710	4,2 / 7060 N (mi-dur)	modéré	Non / Non	1
Pin sylvestre <i>Pinus sylvestris</i>	550	2,6 / 2940 N (tendre)	modéré	Non / Non	3-4
Pitchpin <i>Pinus caribaea</i>	580	3,5 / 5000 N (mi-dur)	faible	Non / Non	3-4
Sapin/ Épicéa <i>Picea abies</i>	450	2,5 / 1910 N (tendre)	modéré	Non / Non	3-4
Teck <i>Tectona grandis</i>	670	4,2 / 4450 N (mi-dur)	modéré	Non / Oui	4

- (1) Il existe plusieurs façons de déterminer la dureté du bois, selon différentes méthodes d'essai (e.a Monnin, Janka, Brinnell). Les valeurs ci-dessous sont reprises à titre indicatif et proviennent de plusieurs sources. Elles indiquent la résistance à l'enfoncement transversal à 12% d'humidité. Ces données sont indicatives car des variations existent selon les conditions de croissance.
- (2) Capacité du bois à ne pas se déformer sous l'influence de variations d'humidité et de température.
- (3) Duramen / Aubier - sensibilité aux attaques de *Lyctus*.
- (4) Uniquement pour le duramen, 1= Imprégnable -> 4 = Non imprégnable.

Les essences de bois qui ont une masse volumique élevée sont généralement plus dures. Cela s'accompagne aussi, dans la plupart des cas, par une meilleure résistance à l'usure et au poinçonnement. Dans l'architecture traditionnelle, les essences résineuses, moins denses, telles que le pin ou l'épicéa étaient souvent réservées à des espaces moins sollicités (chambres, greniers, etc.). Aujourd'hui, ces essences sont souvent moins chères que les essences feuillues ou tropicales.



*Réemploi de 50 m<sup>2</sup> de parquet à bâton rompu. Les lames ont été sciées dans l'épaisseur afin d'éliminer l'ancienne colle au bitume. Elles ont ensuite été réusinées afin d'être remise en œuvre (pose collée) sous un motif en point de Hongrie, Boom (BE) © Atelier Passe Partout*



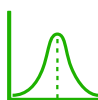


Tableau 2 : Caractéristiques pertinentes (selon le contexte) pour l'évaluation de l'aptitude à l'emploi des parquets en bois massif de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Essence</b>	L'identification de l'essence de bois est généralement primordiale pour l'évaluation des performances d'un parquet. Cette caractéristique peut être déterminée par les fournisseurs professionnels ou en laboratoire.
<b>Dureté</b>	La dureté d'une essence de bois détermine sa résistance à l'enfoncement ( <i>voir aussi tableau 1</i> ). Elle est essentiellement fonction de la masse volumique de l'essence considérée et de la disposition des fibres. Elle est couramment exprimée sur une échelle de 1 à 10 (dureté Monnin) ou [N] (dureté Janka) ou en [N/mm <sup>2</sup> ] (dureté Brinell). Ce paramètre doit être considéré au regard de l'application envisagée. De manière générale, les essences plus dures conviennent mieux pour les applications à forte sollicitation (hall d'entrée, surface commerciale, etc.).
<b>Stabilité du bois</b>	Cette performance caractérise la manière dont le bois se comporte lorsqu'il est soumis à des variations d'humidité ou de température importantes ( <i>voir aussi tableau 1</i> ). Cette notion intègre l'importance des déformations (« travail du bois ») et la vitesse à laquelle celles-ci s'opèrent. Une essence de bois stable conviendra vraisemblablement mieux aux applications soumises à de fortes variations d'humidité (salle de bain, par exemple). Les détails de conception et de mise en œuvre sont également à considérer (type de parquet, mode de pose, dimensions, etc.)
<b>Classement d'usage</b>	Le classement d'usage des parquets neufs est souvent déterminé au regard de la dureté des essences et de l'épaisseur du parement des lames (couche d'usure) (norme française XP B 53-669 ou EN ISO 10874). Dans le cas des parquets en bois massif de réemploi, il est pertinent de se référer à ces normes, pour autant que l'essence de bois puisse être déterminée avec précision et que l'épaisseur de la couche d'usure résiduelle tienne compte des opérations de ponçage/rabotage éventuelles.
<b>Qualité de la surface</b>	Dans certains cas, des exigences esthétiques peuvent être données sur l'apparence du bois et les défauts admissibles du parement. Il convient de détailler ces exigences sur base de critères généraux (présence de taches et de trous, traces de peinture, finition du bois, etc.) ou spécifiques à l'essence de bois considérée (pourcentage de nœuds, variation de teinte, présence d'aubier sain, gerces, poches de résines, variations de la pente du fil, etc.). La conformité d'un lot à ces exigences dépend de nombreux facteurs. Laisser de la latitude sur ces caractéristiques non-essentiels (pour autant qu'elles n'affectent pas la solidité et la résistance à l'usure du parquet) permet souvent de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi.
<b>Dimensions des lames et du système de profilage</b>	Les caractéristiques dimensionnelles sont étroitement liées au degré de tri ou aux opérations réalisées sur les lames de parquet de réemploi. Selon le type de parquet, le mode de pose et le motif prévu, des écarts admissibles sont à envisager. De manière générale, des lames entièrement réusinées se conforment plus facilement à ces exigences. Un examen visuel ou détaillé des lots est souvent suffisant pour estimer ces caractéristiques.  Il convient de s'assurer que l'épaisseur des lames corresponde à l'usage envisagé. L'épaisseur de la couche d'usure doit être supérieure à 2,5 mm.
<b>Caractéristiques géométriques et déformations acceptables</b>	Les exigences liées à la rectitude des arêtes, l'angularité, la planéité de la surface, le cintrage, le fléchage ou le gauchissement des lames sont définies au regard du type de parquet, du mode de pose et du motif prévu. Ces caractéristiques sont étroitement liées au degré de tri ou aux opérations réalisées sur les lames de parquet de réemploi. De manière générale, des lames entièrement réusinées se conforment plus facilement à ces exigences. Un examen visuel ou détaillé des lots est souvent suffisant pour estimer ces caractéristiques.
<b>Taux d'humidité</b>	Pour éviter les déformations ultérieures, les lames de parquet en bois massif doivent être mises en œuvre à un taux d'humidité d'équilibre défini selon l'application ( $H = 10 \pm 3 \%$ ). Ce paramètre dépend essentiellement des conditions de séchage et de stockage du bois. Un contrôle peut être réalisé au moyen d'un humidimètre.
<b>Résistance à la rupture et rigidité</b>	Ces caractéristiques sont pertinentes à évaluer pour les parquets autoportants ou pour des applications spécifiques (par exemple : salle de sport).



<b>Résistance à l'usure</b>	La résistance à l'usure d'un parquet est évaluée au regard de l'essence de bois utilisée et du type de finition (par exemple, une finition vernissée en 3 couches améliore fortement la résistance à l'usure). De manière générale, les bois denses ( <i>voir tableau 1</i> ) sont moins sensibles à l'usure. L'évaluation de cette performance est particulièrement pertinente pour les applications soumises à un trafic intense ou susceptibles d'être exposées à des quantités importantes de particules abrasives (hall d'entrée, etc.). Une évaluation par essai au moyen d'un abrasimètre de Taber est possible (EN 13696).
<b>Résistance au poinçonnement</b>	Cette caractéristique est évaluée au regard de l'usage prévu (par exemple : présence de meubles lourds, faible surface des points d'appui, etc.) et de la dureté de l'essence de bois considérée. De manière générale, les bois denses ( <i>voir tableau 1</i> ) sont plus durs et moins sensibles au poinçonnement. Une évaluation par essai est possible (mesure de la dureté Brinell, EN 1534).
<b>Glissance</b>	La résistance au glissement d'un parquet est évaluée au regard des caractéristiques intrinsèques du matériau (grain, type de finition, etc.) ainsi que par ses conditions d'usage (présence d'eau ou de particules, fréquence du trafic et usure, entretien, etc.). Cette caractéristique est donc susceptible d'évoluer dans le temps. Sa détermination peut être effectuée par des mesures d'essai en laboratoire ou en place (essai au pendule SRT).
<b>Réaction au feu</b>	<p>Des exigences spécifiques en matière de réaction au feu des revêtements sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, etc.), par la hauteur du bâtiment, ainsi que par la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).</p> <p>La réaction au feu des produits de construction est quant à elle définie par la norme européenne EN 13501-1 (Euroclasse) et est évaluée notamment sur la base d'un essai réalisé dans les conditions finales d'application, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble du système constructif (support + sous-couche + parquet + finition).</p> <p>Dans le cas des parquets en bois massif, il est possible d'évaluer la classe de réaction au feu sans essai préalable, pour une série de combinaisons prédéfinies, qui tiennent compte du type de parquet, de l'essence bois (masse volumique), de l'épaisseur minimale et des conditions de mise en œuvre (pour plus d'infos, se référer à la norme EN 14342).</p> <p>Il importe donc au prescripteur de répondre aux exigences réglementaires en matière de réaction au feu en déterminant les matériaux et leur mode de mise en œuvre, au regard de l'utilisation prévue.</p> <p>Dans une certaine mesure, il est envisageable de soumettre les lames de parquet à un traitement retardateur de feu qui permet d'améliorer la réaction au feu et diminuer la contribution à l'embrasement et à la propagation de l'incendie. Il convient de s'assurer de la compatibilité des lames avec les solutions existantes (imprégnation, finition filmogène, vernis, etc.), notamment en ce qui concerne les caractéristiques d'imprégnabilité du bois.</p>
<b>Propriétés thermiques</b>	Les propriétés isolantes d'un parquet dépendent essentiellement de l'essence de bois et de son épaisseur. Plus la masse volumique est élevée, moins le parquet est isolant. Des valeurs tabulées permettent de calculer la résistance thermique des parquets en bois massif au regard de l'essence de bois et de son épaisseur ainsi que des caractéristiques du support et de la sous-couche utilisée. Cette performance est particulièrement importante à évaluer en cas de chauffage par le sol ou réversible.
<b>Propriétés acoustiques</b>	De manière générale, les parquets en bois massif en tant que tels ne sont pas de bons isolants acoustiques. La performance acoustique d'un revêtement de sols doit être évaluée en tenant compte de la sous-couche et du support (par exemple : chape isophonique, sous-couche acoustique, etc.).
<b>Toxicité</b>	Les lames de parquet en bois massif peuvent avoir été traitées avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses (par exemple : plomb, amiante, goudron, PCP, etc.). La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traces de colles, de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer les substances en présence. Des tests en laboratoire peuvent être prescrits pour évaluer la dangerosité des contaminants présents. Un réusinage complet des lames et/ou l'application d'une finition filmogène (par exemple : vernis vitrificateur) peut constituer une solution. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, il est préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en interaction avec les personnes. De manière générale, il est conseillé de se tourner vers des produits de finition écologiques et respectant les réglementations environnementales et sanitaires.



L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction en bois de réemploi est complexe et difficilement généralisable. Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, l'utilisation de traitement de préservation, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive.

### Disponibilité

La disponibilité des parquets en bois massif de réemploi dépend des quantités requises. A titre indicatif, pour des lots homogènes :

Fréquent	0 → 50m <sup>2</sup>
Occasionnel	50 → 100m <sup>2</sup>
Rare	100 → 250m <sup>2</sup>

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi en Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon l'origine, l'historique, les dimensions, la patine, les quantités ou le degré de préparation des lames. Les revêtements de sol en bois tendre (pin, épicéa) sont généralement moins chers que ceux en bois dur (chêne, châtaignier, hêtre, essences tropicales, etc.) mais ne présentent pas les mêmes propriétés. Quelques prix constatés pour clients particuliers :

- Parquet en chêne (lames) : 40 à 150 €/m<sup>2</sup>
- Parquet en pin (lames) : 10 à 50 €/m<sup>2</sup>
- Parquet en chêne (panneaux) : > 160 €/m<sup>2</sup>
- Parquet de salle de sport : 50 à 100 €/m<sup>2</sup>

Selon l'état du parquet d'origine, plusieurs étapes de préparation du produit à la pose peuvent être requises. Ces étapes sont souvent nécessaires pour permettre une remise en œuvre efficace et fluide. Le coût engendré peut varier entre 25 à 100 €/m<sup>2</sup>. Vouloir réaliser des économies en achetant un produit non préparé n'est donc pas toujours un bon calcul, sauf à disposer du temps, des compétences et de l'outillage nécessaire !



Réemploi de 80 m<sup>2</sup> de parquet en chêne, motif à bâton rompu, librairie Librebook, Bruxelles (BE) © ROTOR



Réemploi de 290 m<sup>2</sup> de parquet en chêne, motif à bâton rompu, projet privé, Bruxelles (BE) © K2A architectes, Oana Crainic.

### Trouver des prestataires spécialisés



salvoweb.com

opalis.eu

### En savoir plus !

Fiche produit-application: parquets en bois massif destinés à être réemployés en revêtements de sol intérieur. Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux (BBSM). Mai 2021. (En français).

[https://www.bbsm.brussels/wp-content/uploads/2021/06/annexe-21-WP6\\_fiche-produit-application-parquet-en-bois-massif-de-reemploi-revetement-interieur.pdf](https://www.bbsm.brussels/wp-content/uploads/2021/06/annexe-21-WP6_fiche-produit-application-parquet-en-bois-massif-de-reemploi-revetement-interieur.pdf)




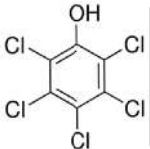







**Substances dangereuses et précautions**

Les parquets en bois massif de réemploi peuvent avoir été traités avec des produits toxiques ou avoir été en contact durant leur phase d'usage avec des substances dangereuses. La plupart du temps, même s'il est possible de détecter visuellement la présence ou non de traitements de préservation et de finition, il est généralement plus compliqué de déterminer la nature exacte des substances en présence. Le plomb, l'amiante, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et les Pentachlorophénols (PCP) font partie des substances dangereuses susceptibles d'être rencontrées dans les lames de parquet de réemploi. Leur concentration dans le bois, leur efficacité et leur pouvoir nocif résiduel sont difficilement estimables sans mettre en œuvre des tests spécifiques en laboratoire. En l'absence d'informations relatives à ce sujet, ou en cas de doute, il est toujours préférable de s'en tenir au « principe de précaution » pour les applications intérieures ou susceptibles d'entrer en contact direct avec les personnes. De plus, les opérations de sciage, rabotage, ponçage, etc. doivent être réalisées en prenant les mesures de sécurité adéquates (équipements de protection individuels, systèmes d'aspiration des poussières, élimination des déchets, etc.).

	<p>Un diagnostic <i>plomb</i> peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les lames de parquet. Ce diagnostic peut s'effectuer soit grâce à un kit-test pour le plomb disponible dans le commerce, soit en envoyant un échantillon de la peinture en laboratoire ou soit en faisant effectuer ce test par un professionnel. Si la présence de plomb est avérée, il est fortement suggéré de procéder à un décapage via un opérateur spécialisé. Il est fortement déconseillé d'utiliser un décapeur thermique, une ponceuse ou du papier de verre pour enlever la peinture au plomb. Un décapage chimique sera privilégié, moyennant les dispositions sanitaires et environnementales adéquates. Une alternative au décapage peut consister à appliquer une nouvelle couche de finition de manière à ce que l'ancienne couche de peinture soit complètement encapsulée.</p>
	<p>Les lames de parquet de réemploi peuvent être contaminées avec de l'<i>amiante</i> présente dans les anciennes colles de parquet, bitumineuses ou goudronnées (voir encadré spécifique) ou les anciennes colles de revêtement de sol résilient (si le parquet a été recouvert par un vinyl par exemple). La contamination peut également provenir de poussières issues de travaux de désamiantage mal réalisés. Il est donc conseillé, dans la mesure du possible, de procéder à la dépose des lames de parquet avant les travaux de désamiantage ou de veiller à ce que toutes les précautions de protection soient prises si ces travaux sont réalisés avant la dépose. Dans tous les cas, se renseigner sur le diagnostic amiante si disponible.</p>
	<p>La contamination des lames de parquet par des <i>HAP</i> est essentiellement due à la présence d'anciennes colles bitumineuses ou goudronnées (voir encadré spécifique).</p>
	<p><i>Pentachlorophénol (PCP)</i>. L'utilisation de cet agent de traitement du bois (pesticide) a été réglementée en Europe à partir des années 1990. Cependant, il existe un risque faible de retrouver ce polluant persistant, toxique et perturbateur endocrinien dans les parquets en bois massif de réemploi. C'est une substance qui peut être cancérigène à fortes doses. L'absence de contact direct avec le matériau ou l'application d'une finition filmogène (par exemple : vernis vitrificateur) permet de limiter le risque.</p>
	<p>Pour plus d'information, consulter le document suivant rédigé par l'INRS qui synthétise les principaux produits de traitement des bois (constituants, dangers, utilisations, mesures préventives) : <a href="https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20981">https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20981</a></p>

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

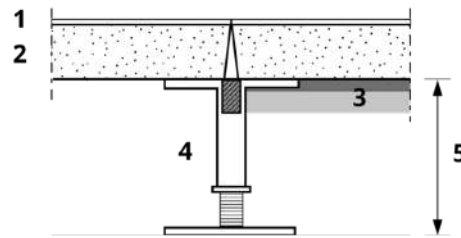


**Description des éléments**

Les systèmes de planchers surélevés à accès libre, également appelés "faux planchers" ou "planchers techniques", sont conçus à partir de dalles modulaires de dimensions régulières, posées sur une sous-structure composée de plots fixes ou des vérins réglables en hauteur (plancher autoportant) pouvant être reliés entre eux par des traverses de renfort (plancher à entretoises croisées). Le vide technique situé entre le sol et le plancher surélevé (= plénum) permet d'acheminer les réseaux de câbles (électriques, informatiques, télécommunication) et la tuyauterie des réseaux de chauffage, de climatisation et de ventilation.

Contrairement aux systèmes de planchers creux, qui ne font pas l'objet de cette fiche, les dalles modulaires sont amovibles, interchangeables et permettent d'accéder aisément au plénum. Cette conception légère favorise la flexibilité d'aménagement des locaux et facilite le réemploi des éléments. La plupart du temps, seules les dalles sont réemployées. Leur remise en œuvre nécessite alors d'utiliser une sous-structure d'éléments neufs compatibles. Étant donné leur caractère structural, il est souvent exigé d'évaluer correctement les performances techniques des planchers surélevés de réemploi, en vue de garantir leur aptitude à l'usage. Il convient donc de donner une attention particulière à la traçabilité et à l'homogénéité des lots récupérés. A notre connaissance, la filière est actuellement peu développée, mais des progrès conséquents ont été réalisés ces dernières années.

→ **Types.** Les dalles de réemploi sont majoritairement constituées d'une âme en bois aggloméré à haute densité (HDF) ou en sul-



Anatomie d'un plancher surélevé à accès libre

fate de calcium (gypse) renforcé de fibres. Selon les modèles, elles sont entièrement ou en partie encapsulées dans une tôle d'aluminium ou d'acier galvanisé. La face supérieure (face visible) est brute (non revêtue) ou recouverte d'une finition d'usine (voir  *finition*). Les chants sont protégés par la tôle repliée ou par des bandes en PVC autoextinguibles et antistatiques.

→ **Formats.** Les dimensions des dalles sont généralement de 500 mm × 500 mm ou 600 mm × 600 mm et leur épaisseur est de l'ordre de 16 mm à 44 mm. La plupart du temps, les bords sont chanfreinés afin de faciliter la pose et le démontage.

→ **Finition.** La face supérieure des dalles peut être munie d'une finition d'usine (stratifié, PVC, vinyle, moquette, linoléum, caoutchouc, etc.) ou être non revêtue, c'est-à-dire conçue pour recevoir un revêtement de finition après leur mise en œuvre. Dans le cas de dalles de réemploi, des traces de colle peuvent subsister. Le type de finition contribue fortement aux performances des dalles et du système de plancher surélevé.

→ **Vérins et traverses.** Rarement réemployés, ces éléments de la sous-structure sont généralement conçus en acier galvanisé. Les vérins sont constitués d'une tige filetée (+ écrou) permettant le réglage en hauteur, d'une plaque d'embase assurant la fixation au sol et d'une tête de support munie d'er-

1. Revêtement
2. Dalle (à bord chanfreiné)
3. Traverse (optionnel)
4. Vérin ajustable
5. Plénum

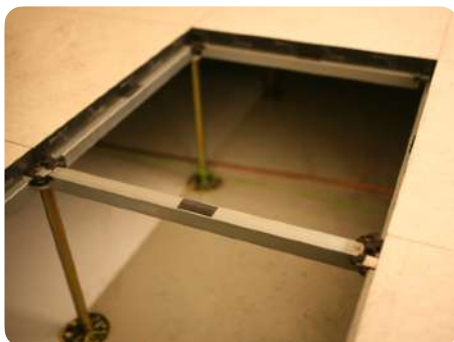


Dalle incomplète, non revêtue, à base de bois aggloméré, encapsulée dans une tôle d'acier galvanisé. La moitié du chant est muni d'une bande de PVC autoextinguible.

gots en acier, aluminium ou matière synthétique, et servant d'appui aux dalles de plancher. Certains modèles de vérins comportent un dispositif destiné à l'accrochage d'une tresse de mise à la terre.

Les traverses doivent être compatibles au modèle de vérin et sont soit clipsées, soit vissées à ceux-ci. Elles renforcent la stabilité du système en répartissant les efforts horizontaux et contribuent à l'étanchéité lorsqu'elles sont munies d'un revêtement supérieur en PVC.

→ **Accessoires.** De nombreux accessoires spécifiques accompagnent généralement les systèmes de plancher surélevés et peuvent occasionnellement être réemployés. Il s'agit d'éléments intégrés dans les dalles (par exemple : boîtiers de connexion, passes-câbles, grilles de ventilation, dalles perforées, etc.) ou séparés (par exemple : éléments de structure spécifiques, joues de fermeture, nez de marche, contremarches, garde-corps, etc.).



Plancher surélevé à ossature entretoisée. Dalles à revêtement stratifié.



Plancher surélevé autoportant. Dalles à base de bois aggloméré, recouvertes d'un revêtement textile (dalles de moquette).



Dalle avec finition d'usine (textile). Bord chanfreiné à 2%.





## Récupération des éléments

**Les planchers surélevés se retrouvent fréquemment dans les bâtiments accueillant des installations techniques et/ou devant répondre à une certaine flexibilité en termes d'aménagement (immeubles de bureaux, salles informatiques, hôpitaux, musées, etc.). Souvent aisément démontables, ils sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Leur intérêt pour ces éléments dépendra essentiellement du modèle, des quantités et de l'état général du lot.**

→ *Évaluation du potentiel.* Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au modèle, au fabricant, aux quantités, aux dimensions, etc. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : les dalles présentent-elles une finition d'usine ? Si oui, quel est son état d'usure ? La couche de revêtement est-elle collée ? S'enlève-t-elle facilement ? Les dalles en bois aggloméré sont-elles déformées suite à un excès d'humidité ? Présentent-elles des traces de corrosion au niveau des éléments métalliques ? Soupçonne-t-on une flèche résiduelle importante pouvant remettre en cause leur réemploi ?
- la documentation disponible (fiches techniques, déclaration de performances, etc.) et l'évaluation des conditions d'usage.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de revente, la facilité d'entretien, etc. ;
- les dispositions logistiques, notamment les délais, la manutention, l'organisation du transport, etc.

→ *Dépose.* Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des dalles et la sécurité des travailleurs. Après avoir enlevé tous les éléments de la surface du plancher, et procédé à la mise hors tension des réseaux électriques reliés au plancher, il convient, le cas échéant, d'enlever le revêtement de finition. Les éléments accessoires (passes-câbles, grilles de ventilation, boîtiers de connexion, etc.) seront méticuleusement déposés si leur réemploi est envisagé.

Afin de garantir l'homogénéité des lots, il convient de ne pas mélanger les différents modèles de dalles, et d'effectuer si néces-

saire une séparation des éléments similaires si leur application d'origine diffère. Des procédures d'autocontrôle peuvent être mises en place lors de la phase de dépose.

L'enlèvement des dalles se réalise généralement au moyen d'une ventouse. L'usage de tournevis ou tout autre outil contondant est à proscrire. Pour la sécurité des travailleurs, il est préférable de procéder au démontage simultané des vérins et des traverses. Une fois démontées, les dalles sont triées par type et formats, et les éléments déformés ou d'aspect douteux sont écartés. Les dalles incomplètes (dalles de rives ou ayant subi une découpe) peuvent être récupérées séparément et correctement identifiées.

Les dalles sont stockées en piles horizontales sur palettes (en évitant les débordements) et sanglées ou cerclées. Le nombre de dalles empilées sera déterminé au regard de leur masse spécifique (généralement 10 à 15 kg/dalle selon le modèle), de la stabilité des palettes et de la capacité de charge des issues d'évacuations. Dans la mesure du possible, il est conseillé de ne pas circuler avec des charges importantes sur le plancher à démonter.

Dans certains cas, il est préférable d'insérer des éléments intercalaires entre les dalles afin d'éviter qu'elles ne collent entre elles. Il est vivement conseillé d'étiqueter chaque palette au moment de la dépose afin d'assurer la traçabilité du produit.

### Marquage

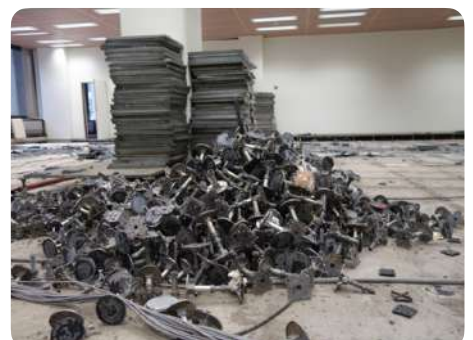
*Les dalles comportent souvent une référence sur la face inférieure ou sur la tranche. Cette référence peut permettre de retrouver la fiche produit et obtenir des informations relatives à la date de fabrication, à la classe de résistance aux charges et à la classe de résistance au feu au moment de la pose initiale.*



*Résidus de colle sur la face supérieure des dalles.*



*Dalles déformées ou non conformes, non récupérées.*



*Vérins non récupérés, résidus de colle importants.*



*Enlèvement des dalles au moyen d'une ventouse*



→ **Traitements.** Pour être reposées sans complication, les dalles non revêtues, en bois aggloméré, doivent être nettoyées des restes de colles sur la face supérieure et sur les tranches. Cette opération s'effectue généralement en atelier, manuellement et à l'aide d'une ponceuse à bande industrielle. Les dalles à bord acier sont également vérifiées et agrafées si nécessaire. Une fois nettoyées, les dalles sont à nouveau stockées sur palette, sanglées ou cerclées, protégées par un film étirable et étiquetées.

→ **Évaluation des performances.** Étant donné la possibilité de rencontrer des lots d'importantes surfaces homogènes, les lots de dalles de plancher sont un des rares produits de réemploi pouvant être accompagnés d'une attestation de performance (par exemple : classe de charge admissible, classe de flèche, réaction au feu, performances acoustiques). Dans ce cas, l'opérateur professionnel fait appel à un laboratoire ou un organisme certifié afin d'établir un échantillonnage représentatif et procéder aux essais de caractérisation.

→ **Stockage.** Il est recommandé de stocker les dalles de plancher à température ambiante (15°C à 25°C), à l'abri de l'humidité et de la poussière (humidité relative de l'air recommandée de 40 à 65 %). Les composants métalliques et les panneaux de particules sont particulièrement sensibles aux variations hygrométriques.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser la casse (palette sanglée, cellophanée, etc).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

*"[...] Les projets de développement à grande échelle qui sont accompagnés d'une demande de grandes quantités de produits récupérés constituent un excellent moyen de renforcer et d'étendre le marché existant du réemploi. Dans certains cas, une opération de grande ampleur peut contribuer à soutenir de nouveaux investissements dans la recherche et le développement, la machinerie et les services. Elle peut même entraîner la création d'une nouvelle entreprise. Le projet Pulse, en région parisienne, en est le parfait exemple. Une demande unique de 22 000 m<sup>2</sup> de plancher techniques récupérés a permis à l'entreprise Mobius de développer un nouveau modèle commercial autour de ce produit, qui était rare sur le marché du réemploi jusqu'alors. En réponse à cette demande, l'entreprise a étendu ses services par rapport à ces matériaux. Ils proposent désormais à leurs clients des garanties relatives aux produits et des évaluations du bilan carbone."*

*[Extrait de Un guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction] FCRBE.*



Stockage de dalles à nettoyer © Mobius - Marie Moroté



Nettoyage de dalles non revêtues © Mobius - Marie Moroté





## Applications et mise en œuvre

**Les dalles de plancher surélevé de réemploi peuvent être mises en œuvre pour des applications soumises à des sollicitations modérées (bureau) ou plus intenses (laboratoires, salles de serveurs informatiques, etc.). Le choix des dalles et des éléments de sous-structure doit cependant tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « Caractéristiques et aptitude à l'usage »). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes d'usage (EN 12825 entre autres) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).**

La remise en œuvre d'un plancher surélevé de réemploi correctement trié et nettoyé ne diffère en rien de celle d'un plancher neuf. Elle soulève les mêmes points d'attention, notamment : choix des matériaux (dalles, sous-structure, revêtement de finition, accessoires spécifiques, etc.), mode de pose du revêtement de finition (posé ou collé), propriétés et état du support, hauteur de plancher, calepinage et fixation des vérins (au moyen de colle anti-vibratoire, vissage ou soudage), isolation thermique et acoustique, résistance au feu, compartimentage, étanchéité à l'air, protection contre les chocs électrique et la surintensité, joints de dilatations, renforts et tirants d'ancrages, traverses diagonales dans les régions sismiques, profils et précautions périphériques, horizontalité et planéité du plancher, prévention des risques d'humidité, hauteur minimum sous plafond, procédures d'entretien, délais de mise en œuvre, coûts, etc.

Pour faciliter la pose, le prescripteur veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot.** Le lot doit être constitué de dalles de même type et de même format. Idéalement, les dalles d'un même lot ont la même origine, ce qui, dans une certaine mesure, garantit qu'elles ont été soumises à des sollicitations similaires.

→ **Aspect.** De légères variations de teinte sont possibles pour les dalles revêtues d'usine (par exemple les dalles recouvertes de moquette). Ces variations sont principalement dues à l'exposition et à l'usage d'origine. Il est donc conseillé de mélanger ces dalles lors de la pose.

→ **État.** Les dalles de réemploi peuvent présenter de légères altérations telles que des traces d'usure superficielle, des tâches, des

coups. Dans le cas de dalles non revêtues, ces aspects seront généralement camouflés par l'application d'un revêtement de finition.

→ **Performances déclarées.** Dans le cas de lots fractionnés, il convient de s'assurer que les performances déclarées sont similaires et compatibles aux exigences requises.

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce principe peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Il est également conseillé de prévoir un surplus de dalles pour le remplacement ultérieur et les réparations.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

### Astuce conception !

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir d'accepter plusieurs lots différents et de les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, prévoir un lot homogène de dalles de plancher surélevé par espace ou par étage.*

### Penser réversible !

*A performances équivalentes, le choix d'un revêtement de finition souple de type dalle de moquette/PVC plombante ou non collée est préférable. Plus facile à enlever, il favorise le réemploi des dalles de plancher non revêtues.*



Remise en œuvre de dalles de plancher surélevé de réemploi avec vérins neufs (FR). © Mobius - Marie Moroté



Remise en œuvre de dalles de plancher surélevé de réemploi avec vérins neufs (FR). © Mobius - Marie Moroté





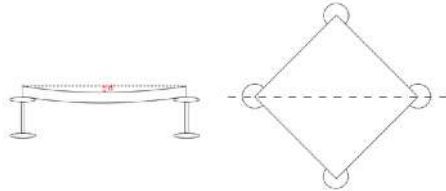
**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Il n'existe pas, à ce jour, de norme européenne harmonisée qui traite des planchers surélevés. Néanmoins, les normes nationales en vigueur (NBN EN 12825 en Belgique, NF EN 12825 + NF EN 1366-6 + NF DTU 57.1 en France, PSA MOB PF2/SPU et BS EN 12825 au Royaume-Uni, NEN EN 12825 + NEN EN 1366-6 aux Pays-Bas) établissent les caractéristiques pertinentes en vue de déterminer leur aptitude à l'usage. Bien que détaillées pour les produits neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des planchers surélevés de réemploi.

Il convient d'insister sur le fait qu'un plancher surélevé doit être considéré comme un *système* d'éléments séparés (dalles, vérins, traverses, revêtement, etc.) dont les performances individuelles contribuent à la performance globale du système. A ce titre, les performances du revêtement de finition (non détaillées ici) sont tout aussi déterminantes pour répondre aux exigences requises (voir *fiche spécifique sur les dalles de moquette*).

Selon le niveau d'exigence et la surface de plancher à réemployer, le recours à des essais en laboratoire est une option pertinente pour déterminer les performances essentielles des planchers surélevés de réemploi. Cette évaluation est intéressante pour un réemploi de lots sur site ou de provenance externe. Par ailleurs, certains revendeurs professionnels sont capables de fournir une série de performances attestées accompagnant des lots de dalles homogènes (par exemple : classe de charge, classe de flèche, réaction au feu, essais acoustiques, etc.).

Le recours aux données techniques d'origine peut également être envisagé pour les éléments ne dépassant pas la durée de vie de référence (en général 25 ans pour les dalles en bois aggloméré). Des incertitudes peuvent cependant subsister quant à l'évolution de leurs performances dans le temps et quant au non-respect des prescriptions d'usage, pouvant affecter négativement les performances du produit d'origine.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Charge maximale admissible</b>	Ce paramètre détermine la charge maximale pouvant être supportée par les dalles à une hauteur de plancher donnée. Elle peut être déterminée en mesurant la charge de rupture au moyen d'essais destructifs sur un échantillon (selon la norme EN 12825). Le résultat est exprimé en kN et est nécessairement supérieur à 4 kN. La charge maximale admissible équivaut alors à la charge de rupture mesurée divisée par un coefficient de sécurité (2 ou 3). Les vérins doivent quant à eux résister à 4 fois la charge maximale admissible.
<b>Flèche</b>	Cette caractéristique décrit la déformation (souplesse) de la dalle sous charge maximale admissible. Elle peut être déterminée en laboratoire, selon la norme EN 12825. La classe de flèche A, la plus sévère, correspond à une flèche maximale de 2,5 mm. La flèche résiduelle après 30 minutes ne doit pas dépasser 0,5 mm. Les dalles entièrement encapsulées par une tôle d'acier galvanisé sont généralement plus rigides. Les revêtements de finition durs influencent fortement ce paramètre. Lors de l'évaluation du potentiel d'un lot, il est conseillé d'estimer par sondage la flèche résiduelle des dalles.  
<b>Réaction au feu</b>	Les exigences spécifiques en matière de réaction au feu des revêtements sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.), par la hauteur du bâtiment (pour les revêtements de façade) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).  La classification des produits de construction selon la réaction au feu est définie par la norme européenne EN 13501-1 (Euroclasse) et est évaluée notamment sur la base d'un essai réalisé dans les conditions finales d'application, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble du système de plancher surélevé. A titre d'exemple, les dalles en matières minérales (par exemple sulfate de calcium) sont la plupart du temps classées A1 <sub>fl</sub> ou A2 <sub>fl</sub> (incombustibles) et celles à base de particules de bois aggloméré sont généralement classées B <sub>fl</sub> (faiblement combustibles).
<b>Résistance au feu</b>	Au niveau européen, la classification de la résistance au feu des différents éléments de construction est décrite dans la norme EN 13501-2. Elle s'exprime par un laps de temps R <sub>f</sub> (en minutes) pendant lequel un système constructif satisfait aux critères de stabilité (R), d'étanchéité aux flammes (E) et d'isolation thermique (I). Son application aux planchers surélevés conduit à l'un des classements suivants : R 15, R 30, RE 30 ou REI 30. La norme d'essai EN 1366-6 permet de déterminer la résistance au feu des planchers surélevés. Les dalles entièrement encapsulées par une tôle d'acier galvanisé ou en matières minérales présentent généralement une résistance au feu supérieure aux dalles en particules de bois agglomérées partiellement encapsulées.



Caractéristiques	Commentaires
<b>Comportement électrostatique et résistance électrique</b>	<p>Cette caractéristique définit la capacité du plancher (revêtement + dalle + vérins + colle) à limiter l'accumulation de charges électrostatiques (comportement antistatique) et à assurer leur évacuation (conductibilité). Elle permet également de prévenir les risques d'électrocution en cas de contacts accidentels avec les circuits sous tension. De manière générale, un plancher surélevé doit présenter une résistance électrique transversale comprise entre 5.105 et 2.1012 ohms (EN 1081).</p> <p>Dans la plupart des domaines d'utilisation des planchers surélevés, le choix d'un revêtement de finition ne dépassant pas une tension de charge de 2 kV est suffisant (performance liée au revêtement selon EN 1815). Des exigences de résistance de mise à la terre ne sont pas non plus justifiées pour l'ensemble d'un bâtiment, mais uniquement pour des secteurs bien particuliers (environnement électronique ou explosif). Dans ce cas, il est recommandé de s'appuyer sur un bureau spécialisé pour évaluer correctement les performances attendues. La mise à la terre s'effectue généralement au moyen d'un réseau de tresse de liaison équipotentielle reliant un certain nombre de vérins entre eux. Le choix de vérins permettant ce dispositif est alors recommandé.</p>
<b>Performances acoustiques</b>	<p>Les performances acoustiques d'un plancher surélevé dépendent de la structure des dalles et de l'isolation du système. Leur détermination est complexe et fait généralement l'objet d'essais en laboratoire en condition d'usage, selon la norme EN ISO 10848-2. De manière générale, plus les panneaux sont denses et flexibles, meilleure sera la protection contre les bruits d'impact. Les autres paramètres influençant la transmission latérale du bruit sont notamment la hauteur du plénum, le type de revêtement de finition, le compartimentage acoustique (au-dessus et dans le plénum), etc.</p>
<b>Tolérance dimensionnelle</b>	<p>Des variations dimensionnelles sont acceptables pour un maximum d'environ 0,5 mm, quelle que soit la dimension (épaisseur, longueur, rectitude, équerrage, etc.), afin de garantir l'interchangeabilité des dalles. Ces caractéristiques sont donc étroitement liées à la qualité du produit d'origine, au degré de tri des dalles de réemploi et à l'homogénéité du lot. Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer.</p>
<b>Résistance à l'impact</b>	<p>Le système doit pouvoir résister à l'impact de corps mou et de corps durs sans subir de déformation. La norme EN 12825 préconise une méthode d'essai détaillée pour tester cette aptitude. Cette caractéristique peut être évaluée au regard de l'ensemble du lot et de la proportion de dalles abîmées et écartées.</p>
<b>Aptitude à l'entretien et résistance à l'humidité</b>	<p>Cela dépend du type de revêtement et du type de dalle. Par exemple : les éléments à base de bois aggloméré sont susceptibles de gonfler sous l'influence de l'eau. Un nettoyage à grandes eaux est donc proscrit. De manière générale, il est possible de se référer aux précautions d'usage des produits équivalents neufs.</p>
<b>Antidérapance</b>	<p>Cette caractéristique est définie par le type de revêtement du plancher surélevé.</p>
<b>Performance thermique</b>	<p>Si le complexe plancher surélevé appartient à l'enveloppe du compartiment, il conviendra de s'assurer que celui-ci respecte les exigences requises en matière d'isolation thermique en déterminant son coefficient de transmission thermique U (W/m<sup>2</sup>K).</p>

### Substances dangereuses et précautions

	<p>Alors que les dalles en sulfate de calcium n'émettent pas ou peu de Composés Organiques Volatils (COV), les dalles en particules de bois aggloméré de réemploi sont susceptibles d'en libérer, en particulier du <i>formaldéhyde</i>, considéré comme cancérogène, mutagène et reprotoxique. Il est cependant admis que le risque d'émission de formaldéhyde par les panneaux de particules diminue sensiblement pour les matériaux produits après 1990 <sup>(1)</sup>, et ceci d'autant plus que leur durée de vie en œuvre est importante <sup>(2)</sup>. Le risque lié au réemploi de dalles de plancher surélevé est donc considéré comme très faible. En cas de doute, il est possible de procéder à un essai en laboratoire selon la norme EN ISO 12460-3. Il convient d'ajouter que la qualité de l'air intérieur sera également influencée par le type de revêtement choisi et ses moyens de mise en œuvre.</p>
	<p><i>Pentachlorophénol (PCP)</i>. L'utilisation de cet agent de traitement du bois (pesticide) a été réglementée en Europe à partir des années 1990. Cependant, il existe un risque faible de retrouver ce polluant persistant, toxique et perturbateur endocrinien dans les panneaux à base de particules de bois de réemploi. L'absence de contact direct avec le matériau limite cependant le risque.</p>

(1) Marutzky R. (2008) Opening and Thematic Introduction, Proceedings of the Technical Formaldehyde Conference, WKI, 13-14 March 2008, Hannover, Germany.

(2) Indoor Air Pollution: An Evaluation of Three Agents – Formaldehyde, Exposure to Environmental Hazard, University of Minnesota, PubH 5103, fall semester 2003.



**Disponibilité**

Les planchers surélevés sont un produit relativement rare sur le marché du réemploi. Peu d'opérateurs professionnels sont actuellement en mesure de proposer un service de remise en état et de revente malgré le potentiel d'opportunité élevé. La disponibilité dépend donc beaucoup du modèle et des quantités recherchées. Des lots de dalles identiques jusqu'à 1000 m<sup>2</sup> sont régulièrement disponibles.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le modèle, l'état et les quantités nécessaires. Il faut en général compter entre 10 et 20 €/m<sup>2</sup> (dalles de plancher surélevé, sans vérins ni traverses), ce qui semble correspondre à environ 85% du prix neuf.

**Trouver des prestataires spécialisés**



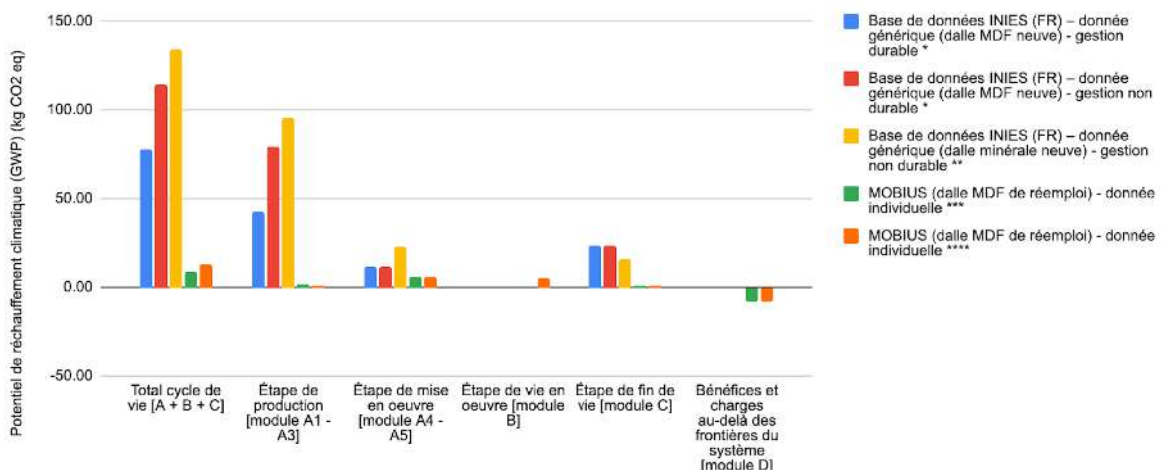
*L'évaluation de l'impact sur le réchauffement climatique des produits de construction de réemploi à base de bois est complexe et difficilement généralisable. Cela vaut pour les dalles de plancher surélevé à âme en bois aggloméré à haute densité (HDF). Le principe général est que le bois de construction permet de séquestrer du carbone biogénique. Le réemploi est donc une façon de préserver ces stocks de carbone et d'éviter que celui-ci ne soit relâché dans l'atmosphère (ce qui serait le cas si le bois était incinéré, par exemple). Le bilan environnemental global d'un élément en bois de réemploi doit toutefois aussi tenir compte d'aspects tels que l'origine du produit et la distance parcourue, etc. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter le paragraphe spécifique consacré à cette question dans la fiche introductive. Par ailleurs, les données récoltées dans le tableau ci-dessous varient significativement selon les hypothèses d'analyse. Dans tous les cas, le réemploi de dalles de plancher surélevé permet de prévenir la production de CO<sub>2</sub> issu de la fabrication de dalles neuves.*

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>
Base de données INIES (FR) – donnée générique (dalle MDF neuve) - gestion durable *	42,7
Base de données INIES (FR) – donnée générique (dalle MDF neuve) - gestion non durable *	79,3
Base de données INIES (FR) – donnée générique (dalle minérale neuve) - gestion non durable **	95,5
MOBIUS (dalle MDF de réemploi) - donnée individuelle ***	1,67
MOBIUS (dalle MDF de réemploi) - donnée individuelle ****	1,05

\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de dalles de plancher technique surélevé en bois aggloméré (MDF) d'épaisseur 38 mm et de bac en acier, non revêtu, posé sur des vérins pour une durée de vie de référence de 25 ans.  
 \*\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de dalles de plancher technique surélevé matière minérale (sulfate de calcium) d'épaisseur 44 mm et de bac en acier, non revêtu, posé sur des vérins pour une durée de vie de référence de 50 ans.  
 \*\*\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de dalles de plancher technique surélevé de réemploi, non revêtu, posé sur des vérins permettant d'assurer un plénum de 300 mm, pour une durée de vie de référence de 25 ans.  
 \*\*\*\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de dalles de plancher technique surélevé de réemploi, avec revêtement stratifié, posé sur des vérins permettant d'assurer un plénum de 300 mm, pour une durée de vie de référence de 25 ans.

Les données relatives à l'analyse du cycle de vie de ces produits sont reprises dans le graphique ci-dessous (avertissement : comparaison de produits avec des durées de vie de référence différentes !).





**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



## Dalles de moquette

### Description du produit

Utilisées en revêtement de sols intérieurs, les dalles de moquette (également appelées moquettes modulaires) trouvent leur place dans des applications résidentielles, des espaces de bureau, des surfaces commerciales et dans le secteur événementiel. Leurs dimensions et leur caractère modulaire les apparentent aux systèmes de planchers surélevés (planchers techniques), sur lesquels elles sont d'ailleurs couramment posées.

Les dalles sont prévues pour être facilement remplaçables en cas de détérioration localisée. Leur durée de vie théorique est de 10 à 15 ans. Les surfaces de moquette sont toutefois fréquemment remplacées au bout de 7 à 10 ans seulement, notamment pour des raisons esthétiques.

Sur le principe, les dalles de moquette se prêtent plutôt bien au réemploi. Elles sont généralement aisées à démonter et faciles à conditionner. En pratique, leur réemploi dépend largement de leur état d'usure. De plus, la valeur économique des dalles de réemploi reste relativement faible.

Les dalles de moquette sont un produit présentant de nombreuses variations, non seulement dans leur apparence (coloris) mais aussi dans leur composition. Il existe différents modèles adaptés à différents contextes.

De manière générale, les dalles se composent de trois couches distinctes qui assurent la performance globale en matière de résistance aux taches et à l'usure, de toucher, d'électro-conductivité, d'acoustique, de résistance au feu, etc. :

→ *couche d'usure*, parfois appelée « velours » : constituée de fibres en matières synthétiques (polyamide, polypropylène, polyester...) ou, plus rarement, de fibres naturelles (laine, poils de chèvres...).

→ *étoffe support* : textile, tissé ou non, sur lequel les fibres sont attachées (= premier dossier), en matières synthétiques ou naturelles.

→ *envers* (= second dossier) : composée de plusieurs couches de matières telles que du bitume, du PVC, de la polyoléfine, du polyuréthane, du feutre synthétique, du textile tissé, de la mousse synthétique, du latex, etc. La composition de l'envers conditionne largement les propriétés acoustiques des dalles ainsi que leur mode de pose et le choix de la colle à utiliser.

D'autres paramètres permettent de caractériser les dalles :

→ *Texture*, selon le procédé de fabrication et la densité de fils : la plupart du temps bouclé ou *touffeté*, on retrouve aussi des textures telles que du velours coupé ou côtelé, du tissé, du frisé, de la saxony, de l'aiguilleté ou encore des poils longs « shaggy ».

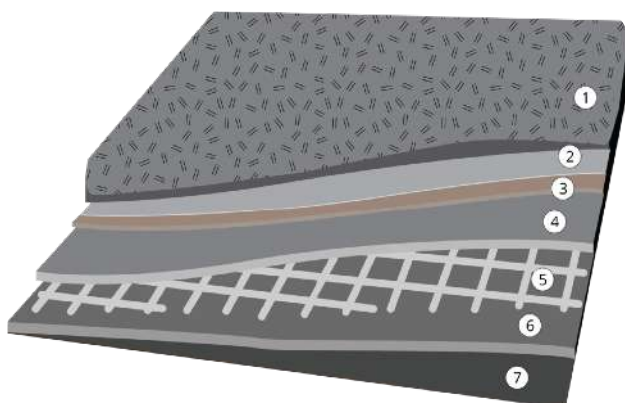
→ *Aspect* variable : uni, multicolore, dégradé, à motifs, etc.

→ *Formats* : la plupart des dalles de moquette ont un format standard de 50 × 50 cm et une épaisseur variable de 5 à 10 mm. D'autres formats existent mais sont plutôt rares.

→ *Poids* : de 3,5 à 5 kg/m<sup>2</sup>.

→ *Type de pose* : les dalles de moquettes étaient autrefois maintenues en place au moyen de colles ou de liants non permanents tels que de la colle "poisse", des fixateurs ou

encore des bandes adhésives. Des innovations au niveau de l'envers de dalles ont progressivement permis de mettre sur le marché des dalles dites "plombantes", qui ne nécessitent pas d'être fixées au support et qui peuvent être placées en pose libre. Ces dernières sont très aisées à démonter.



(1) Couche d'usure

(2) Etoffe support = premier dossier

(3)+(4)+(5)+(6)+(7) Envers = second dossier

Anatomie d'une dalle de moquette



## Récupération du produit

**Les dalles de moquette aptes au réemploi se rencontrent principalement dans les espaces de bureau ou les bâtiments commerciaux. On les trouve généralement posées sur des planchers surélevés ou directement sur une chape en béton lissé. Les dalles récentes (< 15 ans) sont souvent plus aisées à démonter. Il est envisageable de les réutiliser sur site ou de les envoyer vers les quelques entreprises actives dans la récupération de ce produit. Le potentiel de réemploi dépend essentiellement du modèle, des quantités en place et de l'état général du lot.**

→ *Évaluation du potentiel* : un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au modèle et au fabricant, aux quantités disponibles, aux dimensions, etc. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : usure (souvent plus prononcée à l'emplacement des fauteuils de bureau à roulettes), présence de tâches et d'humidité, éléments découpés, déformation des tranches et des coins, etc.
- le mode de pose : colle, fixateurs, pose libre, etc.
- la documentation disponible (fiches techniques, déclaration de performances, etc.) et l'évaluation des conditions d'usage.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité et le potentiel de revente.
- les dispositions logistiques, notamment les délais, la manutention, l'organisation du transport, etc.

→ *Évaluation des performances sur place* : dans la mesure du possible, il convient d'étudier en détail les lots de dalles en place avant les étapes de dépose et de tri, afin de caractériser au mieux certaines caractéristiques qui seront plus compliquées à établir une fois le lot démonté (voir § *Caractéristiques et aptitudes à l'usage*). En particulier, le repérage d'éventuelles zones décolorées ou de zones d'usure prononcées permet de déduire la sensibilité de l'entièreté du lot à ces aspects.

→ *Dépose* : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des dalles et la sécurité des travailleurs. Dans un premier temps, il convient de s'assurer de l'absence de substances dangereuses (bien qu'elles soient

extrêmement rares, il n'est pas impossible de rencontrer des colles amiantées) et de procéder à la mise hors tension des réseaux électriques reliés au plancher. Afin de faciliter leur réemploi, un nettoyage des dalles en place peut s'avérer judicieux. Si un nettoyage humide est envisagé, il est nécessaire de prévoir un temps de séchage suffisant avant la dépose.

L'enlèvement des dalles de moquette se réalise généralement au moyen d'un outil plat (du genre spatule), glissé entre la dalle et le support afin de procéder au décollage délicat. Selon le mode de pose, cette opération est plus ou moins facile. *L'usage de pelles, tournevis ou décolleuses à tapis est à proscrire* car il déforme les tranches et les coins des dalles. De façon similaire, un arrachage trop rapide a tendance à déformer les dalles. Les dalles récupérables doivent être tout à fait planes.

Dans certains cas, les dalles qui étaient situées sous de lourdes charges statiques ou soumises à un passage fréquent (typiquement sous les fauteuils de bureau) ont tendance à adhérer plus fortement au support, au point de se déchirer parfois légèrement lors de la dépose.

Afin de garantir l'homogénéité des lots, les dalles démontées sont triées par types. Les éléments déformés, découpés, déchirés ou d'aspect douteux sont à écarter. Il peut être judicieux de séparer les lots selon l'application d'origine (par exemple en fonction des locaux d'origine ou de la fréquence de passage estimée). Des procédures d'autocontrôle peuvent être mises en place lors de la dépose.

Les moyens de manutention des dalles démontées doivent être réfléchis en tenant compte de la capacité de charge (statique et dynamique) des planchers et des issues d'évacuation. L'empilement des dalles peut rapidement atteindre des masses importantes.

Les éléments suivants sont recommandés pour éviter la déformation des dalles lors des étapes de manutention :

- Placer un panneau plat rigide à la base de la palette.
- Stocker les dalles à plat et par paquets sur des palettes : généralement 4 piles de 1 m à 1,2 m par palette.
- Éviter que les dalles ne débordent de la palette.

- Proscrire l'usage de sangles et de moyens de cerclage générant des efforts de nature à déformer les dalles.

- Privilégier l'usage d'un film étirable pour maintenir les dalles sur la palette, en évitant de déformer les coins.

Lorsque la présence de colle n'a pas empêché le démontage, il convient tout de même de s'assurer que les éventuels restes de colles n'altèrent pas la face visible lorsque les dalles sont empilées. Un stockage face inférieure contre face inférieure est alors à privilégier.

Il est vivement conseillé d'étiqueter chaque palette au moment de la dépose afin d'assurer la traçabilité du produit.



Envers d'une dalle de moquette posée sans colle.



Déplacement de dalles au moyen de chariots. La disposition en quinconce facilite la manutention.





→ **Traitements** : si le tri n'a pas été effectué lors de la dépose, il peut avoir lieu en atelier. Les revendeurs professionnels de dalles de moquettes de réemploi classent généralement les produits en trois catégories, selon l'état des lots (voir indicateurs réemploi).

→ **Stockage** : il est recommandé de stocker les dalles de moquette à température ambiante, à l'abri de l'humidité et de la poussière, en évitant un ensoleillement trop important.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors des transports en vue de minimiser les risques de chute ou d'accrochage.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Stock d'un fournisseur de dalles de moquette de réemploi et de surplus ([www.sparo.nl](http://www.sparo.nl))

#### Marquage et performances d'origine

On peut généralement trouver imprimées sur la face inférieure des dalles des indications permettant de retracer leur origine et de retrouver la fiche technique décrivant les performances initiales du produit. Certaines de ces performances peuvent toutefois décliner au fil du temps. C'est particulièrement le cas lorsqu'elles dépendent de produits chimiques utilisés comme traitements retardateurs de flammes, anti-taches, anti-statiques, anti-bactériens ou anti-allergiques. Si l'usage prévu nécessite de connaître avec précision les performances effectives des dalles, il peut être nécessaire de compléter l'information disponible par des mesures d'essai spécifiques. Ces démarches doivent être envisagées selon les besoins relatifs à l'usage envisagé. Elles doivent alors être intégrées à l'évaluation économique de l'opération et dépendent fortement de la taille du lot considéré.



Stock d'un fournisseur de dalles de moquette de réemploi et de surplus ([www.sparo.nl](http://www.sparo.nl))



Stock d'un fournisseur de dalles de moquette de réemploi et de surplus ([www.sparo.nl](http://www.sparo.nl))



**Applications et mise en œuvre**

**Les dalles de moquette de réemploi peuvent être mises en œuvre pour des applications soumises à des sollicitations modérées (résidentiel) ou plus intenses (usage commercial, immeubles de bureau, halls et couloirs). Elles peuvent être posées sur différentes surfaces (bois, béton, etc.) à condition que le sol soit plan, sec et débarrassé de tous débris. Le choix des dalles doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § Caractéristiques et aptitude à l'usage). Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (e.a. EN 14041 et EN 1307+A3) et aux règles de l'art en vigueur et aux normes techniques de mise en œuvre.**

La remise en œuvre de dalles de moquettes de réemploi correctement triées et nettoyées ne diffère pas de celle de dalles neuves. Elle soulève les mêmes points d'attention, notamment : choix des matériaux et performances associées, mode de pose (collé, fixé ou libre), calepinage et sens de pose, propriétés et état du support, serrage des dalles, hauteur de plancher au niveau des portes, isolation thermique et acoustique, résistance au feu, électroconductivité, joints de dilatations, chauffage au sol, profils et précautions périphériques, procédures d'entretien, coûts, etc.

Avant la pose, il est important de s'assurer que les dalles sont correctement acclimatées aux conditions ambiantes.

Afin de réduire l'apport de salissures et prolonger la durée de vie des dalles de moquettes, il est utile de prévoir un dispositif de protection au niveau des entrées (paillason, etc.) ainsi qu'un programme d'entretien compatible avec l'utilisation des espaces. Le choix de coloris moins sensibles aux taches est également une option.

Le confort acoustique peut être amélioré par un sous-revêtement spécial, prévu à cet effet. Ce système est à envisager dans le cas du réemploi de dalles de moquettes non pourvues de performances acoustiques intégrées.

Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ *Composition du lot* : le lot doit être constitué de dalles de même type et de même format (y compris dans l'épaisseur). Idéalement, un lot doit également être composé de dalles ayant la même origine afin de garantir une certaine homogénéité quant aux sollicitations auxquelles elles ont été soumises.

→ *Aspect* : des variations de teintes sont possibles. Ces variations sont principalement dues à l'exposition et à l'usage d'origine. Selon l'effet recherché, il est conseillé de mélanger les dalles lors de la pose.

→ *État* : les dalles de réemploi peuvent présenter de légères altérations telles que des traces d'usure superficielle, des tâches ou des coups.

→ *Quantité* : certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce principe peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Il est également conseillé de prévoir un surplus de dalles d'une part pour la pose des dalles dans l'espace (par exemple : 10% de plus pour assurer les coupes en périphérie de la pièce pour une pose en damier et 20% de plus pour une pose en losange) et d'autre part pour assurer le remplacement ultérieur et les réparations de certaines parties.

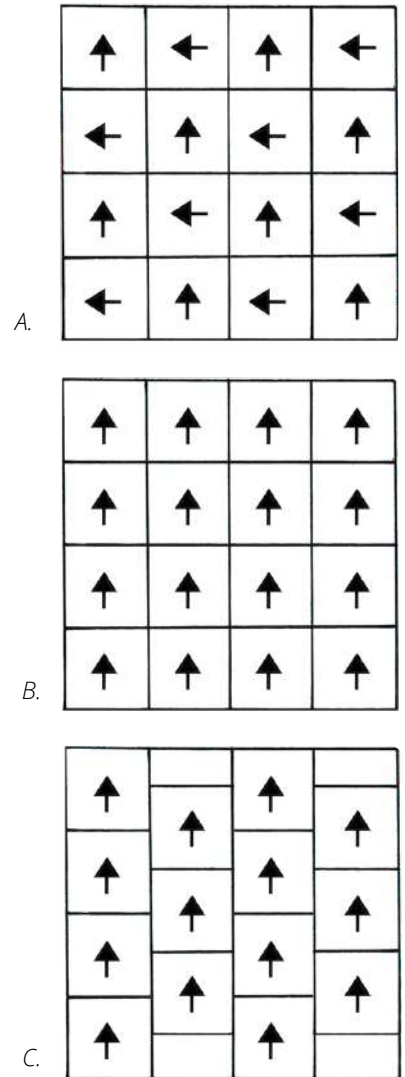
La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences.

**Astuce conception !**

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir d'accepter plusieurs lots différents et de les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, prévoir un lot homogène de dalles de moquettes par espace ou par étage. voire même, jouer sur un principe de patchwork dans des espaces qui s'y prêtent bien.*

**Penser réversible !**

*A performances équivalentes, le choix de dalles de moquettes **plombantes** ou **non collées** est préférable. Plus faciles à enlever, elles favorisent le réemploi, aussi bien du revêtement que du support. De plus, des systèmes de fixation innovants permettent de maintenir entre elles les dalles ne répondant pas aux exigences de la pose libre, sans adhérer au support (ex : adhésif repositionnables de type Tac Tiles (B), etc.)*



Exemples de types de pose : A. en damier, B. parallèle, C. à joints décalés. Les flèches indiquent le sens de pose, généralement perpendiculaire à la trame des fibres, et indiqué sur l'envers des dalles.

**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

**La norme harmonisée européenne EN 14041 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des revêtements de sol résilients, textiles, stratifiés et multicouches modulaires.**

La norme EN 1307+A3 spécifie quant à elle les exigences relatives au classement d'usage des sols textiles. Une première distinction concerne le caractère résidentiel (domestique) ou commercial (public). Au sein de chacune de ces catégories, une seconde distinction concerne l'intensité de l'usage :

- Modéré : chambre ou chambre d'hôtel
- Ordinaire : séjour, couloir, salle d'attente, boutique, bureaux collectifs
- Élevé : cuisine, pièces d'une habitation donnant sur l'extérieur, cafétérias, restaurants
- Très élevé : musées, restaurants d'entreprise, grands magasins

Chaque catégorie est associée à des exigences performantielles spécifiques, notamment en matière de résistance à l'usure, de conservation de l'aspect ou encore de classe de confort. Il existe d'autres classements des usages, par exemple le classement UPEC.

Bien que détaillées pour les produits neufs, les caractéristiques développées dans ces normes peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des dalles de moquettes de réemploi. Les performances attendues peuvent être déterminées de plusieurs façons (éventuellement complémentaires):

- Analyse du lot en place (par exemple pour les zones décolorées, l'état général, l'absence de taches d'humidité)
- Retour d'expérience des utilisateurs précédents (par exemple pour le comportement antistatique ou le confort de marche).
- Documentation technique d'origine (pour les performances stables au fil du temps).
- Mesures d'essais normalisés (par exemple : tambour Vettermann, essai Lisson).

Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance à l'usure,</b> <b>Solidité des couleurs,</b> <b>Stabilité à la lumière,</b> <b>Aptitude à la chaise à roulettes,</b> <b>Comportement à l'effilochage,</b> <b>Résistance aux salissures,</b> <b>Stabilité dimensionnelle</b>	<p>Ces caractéristiques sont étroitement liées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la nature et la qualité des matériaux constitutifs des dalles. Par exemple : les moquettes touffetées 100 % polyamide ont tendance à mieux résister à l'usure et à l'ébouriffage.</li> <li>• la technicité du processus de fabrication. Par exemple : les envers renforcés par une couche de polyester, de polypropylène et/ou un tissu de verre, présentent une meilleure stabilité dimensionnelle.</li> <li>• la nature et l'intensité des sollicitations en phase d'usage.</li> <li>• l'évaluation pertinente du lot de dalles en œuvre (par exemple : l'identification de dalles décolorées aux endroits de lumière intense indiquent une sensibilité de l'entièreté du lot à la lumière. De la même manière, si des dalles situées à l'endroit de bureaux présentent des traces d'usure dues aux chaises à roulette, c'est bien l'entièreté du lot qui doit être classé comme sensible à cette sollicitation).</li> <li>• la qualité du tri des dalles</li> <li>• l'homogénéité du lot de dalles récupérés</li> </ul> <p>Un examen visuel ou détaillé du lot est souvent suffisant pour les estimer. L'examen du lot en place offre des informations utiles.</p>
<b>Confort de marche</b>	<p>Cette caractéristique est intimement liée à la nature des matériaux et au degré d'usure des dalles. Par exemple, les velours en polyamide sont considérés comme plus résistants et présentent un confort de marche (ressort) important.</p>
<b>Résistance au glissement</b>	<p>Les performances de résistance au glissement d'un revêtement de sol posé peuvent être affectées par la pose, le traitement de surface appliqué lors de la pose, l'accumulation de poussière, le nettoyage et l'entretien. Si les dalles ont été correctement entretenues au cours de leur première vie en oeuvre, cette caractéristique peut être considérée comme acceptable si elles sont propres, sèches, sans traces d'huile, de graisse et d'autres substances glissantes.</p>





Caractéristiques	Commentaires
<b>Réflexion lumineuse</b>	Cette caractéristique, évaluée par la détermination du coefficient LRV (light reflectance value) détermine la quantité de lumière réfléchi et absorbée par le revêtement. De manière générale, les couleurs sombres absorbent la lumière tandis que les couleurs claires la réfléchissent, ce qui peut se traduire par un besoin de lumière artificielle (et donc de consommation énergétique) différencié. La structure des dalles et leur brillance ont également une influence.
<b>Résistance à l'humidité</b>	Selon leur nature, les dalles de moquettes sont plus ou moins sensibles à l'humidité (par exemple, les dalles à velours polyamide sont plus sensibles que celles à velours polypropylène). Des dalles issues de pièces humides sont à éviter.
<b>Propriétés acoustiques</b>	La détermination des performances acoustiques des dalles de moquettes est complexe et dépend de plusieurs facteurs. Elle fait généralement l'objet d'essais en laboratoire en condition d'usage (mesure de l'isolation aux bruits de chocs et absorption acoustique). De manière générale, les revêtements de sol textiles absorbent surtout les moyennes et hautes fréquences.
<b>Propriétés thermiques</b>	De manière générale, l'influence d'un revêtement textile sur la résistance thermique globale d'un complexe de plancher est faible. Cependant, la conductivité thermique propre aux dalles de moquette peut influencer le confort thermique (sensation « pied nus ») et la compatibilité au système de chauffage par le sol. Si nécessaire, cette performance peut être évaluée au moyen de mesures d'essai spécifiques ou par évaluation des conditions de mise en œuvre initiales.
<b>Propriétés électriques</b>	Le comportement anti-statique et l'électroconductivité définissent la capacité des dalles de moquettes à limiter la formation de charges électriques et à les évacuer. Ces propriétés dépendent essentiellement de la composition des dalles, du degré d'usage et de l'humidité relative de la pièce. Des produits spéciaux peuvent améliorer cette performance lors de la production des dalles neuves ou au moyen d'imprégnations répétées au cours de leur vie en œuvre. Cependant, les composants utilisés comme anti-statiques ont une durée de vie limitée. Seuls des tests spécifiques permettent de connaître cette caractéristique. Celle-ci est principalement requise dans des environnements sensibles tels que des locaux informatiques, des hôpitaux et des laboratoires.
<b>Réaction au feu</b>	<p>Les exigences spécifiques en matière de réaction au feu des revêtements sont déterminées par les réglementations nationales. Ces exigences sont entre autres fonction de l'utilisation des locaux (par exemple : logement privé ou collectif, issues de secours, terrasses sur toitures plates, etc.) mais aussi de la capacité des utilisateurs à évacuer les lieux en cas d'incendie (résidence de personnes âgées, hôpital, etc.).</p> <p>La classification des produits de construction selon la réaction au feu est définie par la norme européenne EN 13501-1 (Euroclasse) et est évaluée notamment sur la base d'un essai réalisé dans les conditions finales d'application (ex : dalle de moquette + colle + support). A titre d'exemple, selon leur composition et leur traitement éventuel avec des produits retardateurs de flammes, les dalles de moquettes neuves sont la plupart du temps classées B<sub>fl,s1</sub>, C<sub>fl,s1</sub> (faiblement combustibles, exigence généralement requise pour les bâtiments du secteur tertiaire) ou E<sub>fl</sub> (combustibles, exigence suffisante pour le secteur résidentiel).</p> <p>Dans le cas de dalles de réemploi, il est complexe de déterminer le comportement au feu sans essai préalable en laboratoire. En effet, selon les conditions d'usage et les caractéristiques intrinsèques des composants, il est fort probable que la performance au feu d'origine ait été modifiée. De nombreux traitements retardateurs de flammes subissent en effet l'influence du vieillissement et ne permettent plus de garantir les performances d'origine.</p> <p>A notre connaissance, il n'existe pas de solution simple pour améliorer le comportement au feu des dalles de moquette de réemploi. Les solutions de traitement in situ sont généralement susceptibles d'augmenter les salissures, et leur durée d'action est tributaire du niveau de sollicitation.</p>
<b>Teneur en substances dangereuses et durabilité</b>	<p>De nombreuses substances dangereuses peuvent se retrouver dans les anciennes dalles de moquettes (<i>Voir § Substances dangereuses et précautions</i>). Il est difficile de quantifier leur teneur sans mesures d'essai.</p> <p>La composition des dalles plus récentes s'est très nettement améliorée ces dernières années et plusieurs labels ont été mis en place par l'industrie pour apporter des garanties environnementales à leurs produits. Par exemple : GUT, Blue Angel, Nordic Swan. Les garanties fournies sont variables (par exemple Blue Angel et Nordic Swan restreignent l'utilisation de 51 des 59 substances toxiques identifiées dans la fabrication des dalles de moquettes, tandis que le label GUT, le plus utilisé, n'en banni que 13).</p>



**Disponibilité**

Étant donné le niveau de performance élevé exigé pour leurs applications principales (notamment réaction au feu dans le secteur tertiaire ou commercial), les dalles de moquette sont relativement peu réemployées dans ces secteurs.

Si les producteurs de dalles de moquette ont investi pas mal d'efforts pour organiser la collecte des dalles usagées, celles-ci ne sont généralement pas remises en circulation en vue d'être réemployées. Elles aboutissent plutôt dans les filières classiques de traitement des déchets (principalement l'incinération et l'enfouissement et, dans une moindre mesure, le recyclage partiel).

Il est possible que la relative facilité pour les usagers de recourir à ces filières de reprises bien organisées ait pour conséquence de détourner des circuits du réemploi des quantités importantes de dalles potentiellement réutilisables.

Quoiqu'il en soit, les revendeurs professionnels qui fournissent des dalles de moquette de réemploi sont relativement rares à l'heure actuelle. Ils se trouvent pour la plu-

part en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas. En Europe continentale, l'accent est mis principalement sur les dalles de moquette excédentaires (surstocks, lots rejetés, etc.) et seulement de façon limitée sur les dalles usagées. Il faut également mentionner la présence très fréquente de grands lots de dalles (non triées) sur certaines plateformes digitales en Europe.

De manière générale, la disponibilité dépend du modèle et des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	1 → 100m <sup>2</sup>
Occasionnel	200 → 500m <sup>2</sup>
Rare	> 500m <sup>2</sup>

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le modèle, l'état et les quantités disponibles. Le prix de vente se situe entre 3 et 15 € par mètre carré (environ 30 % du prix neuf).

La plupart du temps, les dalles sont vendues non nettoyées, par lots entiers ou par mètre carré. Les principaux revendeurs distinguent généralement 3 qualités distinctes :

→ Qualité A ou aspect neuf : sans taches, ni déchirures, ni décolorations, tous les coins et les tranches en bon état.

→ Qualité B ou aspect bon : possibilité de légers signes d'usage antérieur.

→ Qualité C ou aspect usé.

**Trouver des prestataires spécialisés**

**SALVO** **OPALIS**

salvoweb.com opalis.eu

salvoweb.com opalis.eu

Au Royaume-Uni : <https://carpetrecyclinguk.com/find-used-carpet-tiles/>

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>
Base de données INIES (FR) – Donnée générique – sol souple en moquette *	26,2
Base de données INIES (FR) - Donnée collective UFTM **	9,87
Base de données INIES (FR) – Donnée collective UFTM ***	17,4
Base de données INIES (FR) – Donnée individuelle – Tarkett (100% recyclé) ****	5,35
Base de donnée ICE (UK) - Carpet tile *****	13,7

\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de revêtement de sol souple en moquette (touffeté, aiguilleté, floqué) pour une durée de vie de référence de 10 ans.

\*\* (Union Française de Tapis et Moquettes) : valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de revêtement de sol en moquettes touffetées en dalles plombantes amovibles à velours 100% polyamide et de masse de velours totale inférieure à 750 g/m<sup>2</sup>, pour une durée de vie de référence de 10 ans.

\*\*\* (Union Française de Tapis et Moquettes) : valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de revêtement de sol en moquettes touffetées en dalles plombantes amovibles à velours 100% polyamide et de masse de velours totale supérieure à 750 g/m<sup>2</sup>, pour une durée de vie de référence de 10 ans.

\*\*\*\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de revêtement de sol souple en moquette (fil 100 % recyclé) pour une durée de vie de référence de 10 ans.

\*\*\*\*\* Valeur indicative pour 1 m<sup>2</sup> de revêtement de sol en moquettes polyamide et de masse de velours totale égale à 700 g/m<sup>2</sup>.



Réutiliser 100 m<sup>2</sup> de dalles de moquette permet de prévenir la production de ~535 à ~2620 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de dalles neuves (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~3.200 à ~15.700 km effectué dans une petite voiture diesel.



### Substances dangereuses et précautions

De par leur composition synthétique, les dalles de moquettes contiennent presque toujours un certain nombre de substances dangereuses pour la santé humaine et pour l'environnement. La contamination chez l'homme peut se faire par contact cutané, inhalation ou ingestion et les conséquences sont multiples : allergènes cutanés et respiratoires, cancérigènes, mutagènes, risques pour la reproduction, perturbateurs endocriniens, etc. Ces substances toxiques sont néfastes à des degrés divers à presque toutes les étapes de vie du produit (fabrication, mise en œuvre, phase d'usage, entretien et maintenance, fin de vie, recyclage, enfouissement, incinération). Même si des efforts considérables ont été entrepris par les fabricants ces dernières années pour mettre sur le marché des produits plus sains (en s'appuyant notamment sur divers labels), il existe encore de nombreux obstacles quant à la mise sur le marché de produits 100 % sains, écologiques et totalement recyclables. À titre indicatif, voici quelques substances dangereuses pouvant se retrouver en quantités variables et difficilement chiffrables dans les dalles de moquettes de réemploi :

→ Composés organiques volatils (COV) : formaldéhydes, phtalates, etc. La nocivité de ces substances est particulièrement élevée en début d'installation du produit neuf ou suite à l'emploi de colles de mise en œuvre inappropriées. Les émissions de COV diminuent avec le temps. Les dalles de réemploi y sont donc beaucoup moins sujettes.

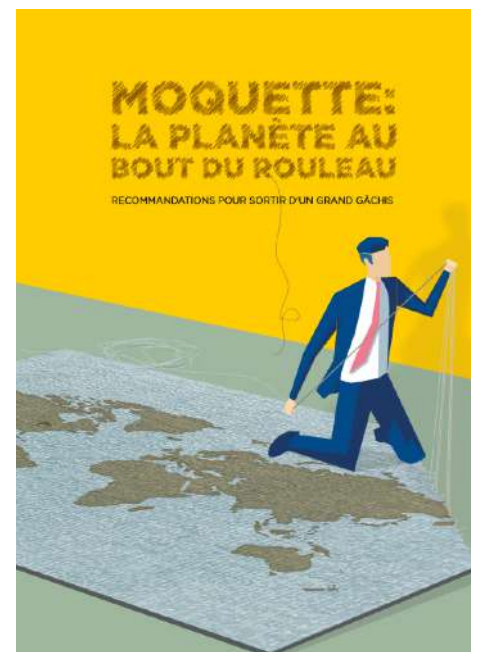
→ Additifs utilisés pour le traitement spécifique des dalles de moquettes : agents antibactériens, retardateurs de flammes, anti-salissures, anti-statiques, etc. Ces composés ont tendance à migrer dans l'air ambiant (lors des nettoyages par exemple) et dans les eaux résiduaires. Selon leur concentration et leur persistance, ils peuvent affecter à plus ou moins long terme la santé des occupants et l'environnement.

→ Autres : métaux lourds (Plomb, cadmium), HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), teintures et colorants, PVC, etc.

#### Pour plus d'information :

- *Toxics in Carpets in the European Union*, Anthesis Consulting Group, 2018 ([https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/knowledge\\_toxics\\_in\\_carpets\\_eu\\_review\\_anthesis\\_final\\_study.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/knowledge_toxics_in_carpets_eu_review_anthesis_final_study.pdf))
- *Eliminating Toxics in Carpet: Lessons for the Future of Recycling*, Jim Vallette, Rebecca Stamm, Tom Lent, Healthy Building Network, 2017 (<https://healthy-building.net/reports/1-eliminating-toxics-in-carpet-lessons-for-the-future-of-recycling>)

*La plupart des fabricants de moquettes neuves ont adapté leurs procédés de fabrication pour y intégrer une certaine proportion de matières issues du recyclage de déchets tels que des filets de pêche ou des bouteilles en PET. Certaines entreprises ont également cherché à mettre en place des filières de collecte pour les dalles usagées. En pratique, une grande majorité des dalles aboutissent cependant à l'enfouissement ou à l'incinération. Leur nature hautement composite, la présence éventuelle de composés toxiques et la difficulté de séparer les différents éléments constitutifs freinent fortement les possibilités de recyclage.*



[A lire] *Moquettes : La planète au bout du rouleau, recommandations pour sortir d'un grand gâchis*, 2017, Zero Waste and Changing Markets <https://www.zerowaste-france.org/wp-content/uploads/2018/03/rapport-moquette-zwfrance.pdf>



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



**Description du matériau**

**Par définition, les dalles en pierre naturelle sont des éléments modulaires de revêtement de sol utilisés aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Moins épaisses que les pavés et plus grandes que les carreaux, les dalles se présentent sous une grande diversité de types. Pendant longtemps, elles ont été taillées manuellement à la pointe, au ciseau et au maillet selon des gestes traditionnels. Ces dalles anciennes se reconnaissent à leurs épaisseurs plus importantes et leurs contours plus irréguliers. Elles ont progressivement été évincées par des éléments standardisés de plus en plus fins et réguliers, issus d'un sciage mécanique.**

A l'instar d'autres matériaux en pierre naturelle, le réemploi des dalles en pierre est une pratique relativement courante. De nombreuses entreprises se sont spécialisées dans la récupération et la revente de ce matériau. L'offre en dalles de réemploi est stable bien que l'importance des lots puisse varier fortement d'un lot à l'autre (de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres carrés).

La présente fiche se focalise principalement sur l'usage des dalles en pierre naturelle pour des revêtements de sol intérieurs et extérieurs.

Le marché du réemploi présente une grande diversité de modèles de dalles. Ceux-ci reflètent souvent des spécificités régionales historiques. Plusieurs critères permettent de les distinguer :

→ **Formats :**

- Dalles carrées ou rectangulaires dont les dimensions peuvent atteindre 1 mètre de côté.
- Dalles d'église en pierre calcaire. Il s'agit de dalles anciennes de dimensions variables, carrées ou rectangulaires. Leur

face supérieure est lisse, leur face inférieure est très irrégulière et leur épaisseur est importante (~15 cm).

- Dalles en pierre de Bourgogne. Il s'agit de dalles épaisses de grande taille provenant de bâtiments anciens qui sont très répandues sur le marché en France. La mise en œuvre typique consiste à appareiller des rectangles de formats variés.
- Dalles « cassées ». Il s'agit des fragments de dalles cassées qui sont généralement assemblées en opus incertum.

→ **Nature géologique.** De nombreux types de roches ont été utilisés pour la fabrication des dalles. Parmi les plus courantes sur le marché du réemploi, on retrouve le granit, le marbre, le grès, l'ardoise, la pierre bleue et la roche calcaire blanche, dans toutes leurs variations locales. Il existe aussi des dalles en porphyre, basalte, gneiss, travertin et d'autres roches encore.



Marbre blanc (Carrare)



Marbre Noir



Grès © [London Reclaimed Brick Merchants Ltd](#)



Granite



Pierre bleue belge



Ardoise © [Stax Reclamation](#)



Dalles en pierre de Bourgogne © [authentic.fr](#)



Dalles d'église en pierre bleue ancienne (BE)  
© [Sophie Boone](#)



Mélange de dalles carrées en grès de York et de dalles « cassées » posé en Opus Incertum, Holland Park, Londres (UK) © [Thornton Kay/Salvo](#)





→ **Dimensions.** Le plus souvent les dalles de réemploi possèdent des largeurs et des longueurs comprises entre 30 et 100 cm et des épaisseurs comprises entre 2 et 15 cm. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des éléments présentant des dimensions plus spécifiques.

→ **Aspect.** La diversité des roches se traduit par une large palette de coloris, y compris au sein d'une même famille : gris, beige, ocre, brun, rose, bronze, etc. Un vocabulaire spécifique permet de désigner les incrustations de la pierre : veines, grains, strates, flammes, taches, etc.

Outre l'aspect original de la roche, les dalles peuvent porter les marques de leur mode de découpe (clivage, sciage) et de leur finition d'origine (flamage, sablage, grenailage, bouchardage, polissage, etc.). Généralement, la face inférieure des dalles a une texture beaucoup plus grossière. Au fil du temps, leur aspect varie aussi selon les sollicitations d'usage : adoucissement, polissage de la face visible, assombrissement de la teinte, arrondissement des bords, traces de peinture, de mortier ou de bitume sur la face inférieure, développement d'organismes (algues, mousses, lichens...), etc.

→ **Type de pose.** Différents types de mise en œuvre se rencontrent :

- pose des dalles sur assise souple (sable, terre, etc.) ;
- pose des dalles sur plots ;
- pose des dalles en pierre scellée : plâtre, mortier à la chaux, mortier bâtard ou mortier ciment ;
- pose des dalles en pierre collée : mortier-colle.

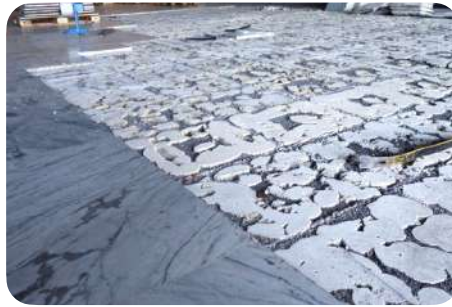
→ **Jointoyage d'origine.** Le joint de mortier vient combler l'espace entre les pierres avec un liant. Le choix des joints et de leur épaisseur est déterminé suivant le type de pose, la localisation des dalles, la nature de la pierre et la régularité des bords des dalles. Les dalles peuvent aussi être posées sans mortier ce qui facilite leur récupération. Il s'agit de joint sec ou de joint vif si les dalles sont posées bord à bord. Il est également possible de rencontrer des joints souples (sable, gravillon, terre végétale, etc.).



Dalle sur lit de sable © Perrine Henault, [Atelier NOUS](#)



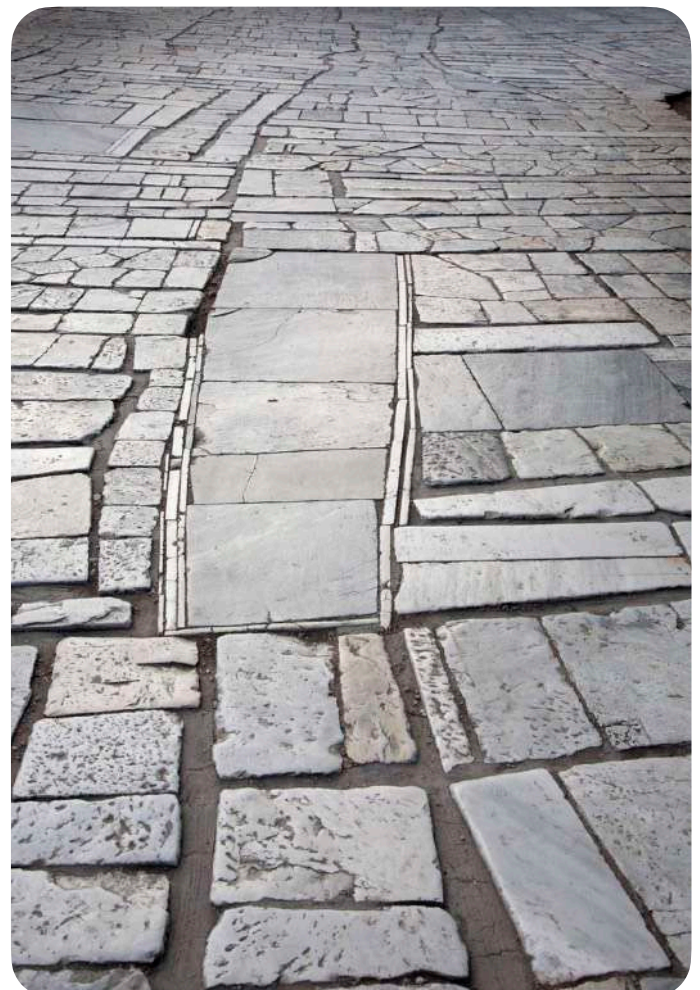
Dalle sur plot © [agencementpierres.com](#)



Dalle scellée



Dalle collée © [stonenaturelle.fr](#)



Dallage en pierre de réemploi sur le chemin de l'Acropole d'Athènes (GR), 1930. Pikionis © Mayte Piera





### Récupération du matériau

**Les dalles en pierre naturelle sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ceux-ci peuvent également assurer la fourniture de lots de dalles prêtes à la pose. Ils sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose. Il peut éventuellement être complété par des tests de nettoyage des restes de mortier et des joints. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Pour les dalles, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats, épaisseurs et dimensions, nature du lit de pose, caractéristiques des joints, etc.
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de récupération et de revente, les spécificités régionales, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, manutention, transport, etc.

→ **Dépose**. Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité des dalles et une certaine homogénéité des lots. Il est particulièrement aisé si les dalles sont posées sur plot ou, dans une moindre mesure, si l'adhérence est faible entre le lit de pose et les dalles. C'est notamment le cas pour une pose en plein bain de mortier de chaux ou sur sable stabilisé. Cette opération sera en revanche plus compliquée si les dalles sont collées ou scellées à l'aide de mortier de ciment (qui compliquera également le nettoyage). Pour minimiser les risques de détérioration lors du démontage, il est conseillé d'affaiblir les tensions au sein des dalles en libérant préalablement deux côtés (perpendiculaires) des carreaux. Ceci implique généralement de casser les lignes de bords non libres. Le type de joint influence également la facilité de récupération et de nettoyage des dalles. Par exemple, les joints époxy causent souvent des dommages lors du démontage. Pour optimiser le taux de récupération, il peut être utile d'ouvrir au préalable les joints à l'aide d'outils appropriés (e.a. scie diamant sur rail, eau sous pression, etc.) et d'utiliser du matériel de manutention adapté au revêtement pour éviter les épaufrures.

→ **Nettoyage et tri**. Les dalles d'un même revêtement peuvent présenter des degrés d'usure différents selon leur emplacement, c'est pourquoi il est utile de les trier lors du démontage. Ce tri peut par exemple se faire selon leur qualité, leur couleur, leurs dimensions voire leur degré d'encrassement. Les dalles fendues ou présentant des défauts importants sont déclassées. Un nettoyage à l'eau, par grattage ou par abrasion mécanique (ex : lapidaire), est généralement suffisant pour enlever les résidus de couche de pose, produits de jointoiement et autres éléments susceptibles d'adhérer à la pierre.

→ **Stockage et conditionnement**. Les dalles sont généralement stockées à l'extérieur, disposées sur la tranche dans des caisses en bois ou conditionnées horizontalement et sanglées sur palettes. Suivant la fragilité des dalles à conserver, elles sont mises à l'abri en évitant le contact avec le sol et en prévoyant une éventuelle protection contre le gel. Idéalement, elles sont séparées par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Le bois de calage/séparation

ne doit pas être traité, être bien sec et ne pas contenir de tanins susceptibles de tacher les pierres. Les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments. Des moyens de transport et de levage appropriés sont à prévoir.

#### Astuce conception !

Généralement, les dalles de réemploi ne sont découpées que dans une dimension (épaisseur, longueur ou largeur) pour limiter les coûts. Lorsque les exigences d'usage le permettent, les dalles brutes sont la solution la plus économique. Le sciage dans l'épaisseur des dalles constitue toutefois une exception à cette règle puisqu'il permet, en une opération relativement simple, de doubler la quantité de matière potentiellement disponible ! Il convient toutefois de s'assurer que les éléments découpés répondent bien aux exigences d'usage notamment en termes de résistance à la flexion (puisque cette caractéristique dépend de l'épaisseur).



« Cassage » d'une première ligne de dalles



Sciage des joints



Dépose soignée des dalles



Dalles descellées



Tri des dalles



Transport et conditionnement des dalles



Stockage sur la tranche dans des caisses en bois



Stockage sur palette



Stockage sur palette sanglée belle face contre belle face  
© De Opkamer

→ **Opérations.** Si certaines dalles sont réemployées telles quelles après un nettoyage sommaire, d'autres peuvent nécessiter des opérations complémentaires :

- **Sciage :** pour obtenir des faces plates ou pour homogénéiser les dimensions. Les dalles les plus épaisses (> 10 cm), comme les dalles de Bourgogne, peuvent être sciées dans leur épaisseur. La partie supérieure, qui présente la patine d'origine, est vendue à un prix élevé tandis que la croûte résiduelle est généralement vendue beaucoup moins cher.
- **Nettoyage approfondi :** la face apparente de certaines pierres plus poreuses peut être tachée ou avoir changé de couleur en cours d'usage suite à la pollution atmosphérique, au passage des usagers ou encore au développement de mousses. Leur remise en état d'origine n'est pas toujours possible. Elle dépend de la profondeur d'incrustation, qui varie selon le type de pollution et le type de pierre. Il est conseillé de prendre contact avec un professionnel pour connaître les produits compatibles et les méthodes de traitement adéquates. Plusieurs techniques sont possibles : polissage à l'eau (différentes pressions et températures), usage de produits chimiques (acide oxalique, fluatae à polir, lustrants), nettoyage mécanique (ponçage, lustrage, grésage hydropneumatique, projection de fines particules, micro-ponçages, etc.) voire même, dans des cas très particuliers, usage du laser, du latex ou de cataplasmes.

Le choix d'une technique de nettoyage adaptée dépendra essentiellement des aspects suivants : nature et dureté de la pierre, finesse de son grain et autres aspects de surface, présence d'altérations, type et degré d'encrassement, résultat recherché.

- **Finition :** il est très rare que les dalles de réemploi subissent un traitement de surface en atelier. En général, la volonté est plutôt de préserver leur patine. Cependant,

pour satisfaire les exigences recherchées (homogénéiser l'aspect de la pierre, lui conférer un aspect rugueux, etc.) diverses techniques de finition sont possibles selon la nature de la pierre et les performances attendues : bouchardage, sablage, flammage, grenailage, piquage, etc. Un vocabulaire spécifique détermine le type de finition selon le type de roche en jeu.

Ces différentes opérations peuvent être réalisées par des revendeurs spécialisés au sein de leurs installations. Elles peuvent égale-

ment être envisagées sur site si la logistique du chantier le permet.

Les dalles prêtes à la pose sont regroupées par lots homogènes. Elles sont revendues au m<sup>2</sup> ou à la tonne. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir des informations reprenant leurs caractéristiques principales : type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues et, dans certains cas, leur provenance.



Retrait des résidus de mortier sur la tranche au moyen d'un lapidaire



Découpe des éléments en pierre



Retrait des résidus de mortier au moyen d'un burin pneumatique © De Opkamer



Bouchardage des dalles



Sciage des dalles dans l'épaisseur, partie inférieure plus épaisse et irrégulière



Sciage des dalles dans l'épaisseur, partie supérieure lisse et régulière





### Applications et mise en œuvre

**Les dalles de réemploi s'utilisent principalement comme éléments modulaires pour le revêtement de sols intérieurs ou extérieurs. Elles sont généralement réservées à des applications soumises à des sollicitations modérées : sol intérieur, terrasse, piétonniers, places, allées, pistes cyclables ou des places soumises à un faible trafic automobile (catégorie de trafic la moins chargée). Leur résistance aux charges mécaniques dépend globalement de leur format : plus leurs dimensions sont compactes (proches d'un pavé), mieux elles résistent à la flexion. Dans la présente fiche, nous considérons le réemploi de dalles de sol à des usages identiques. Il est toutefois possible de réutiliser ces éléments pour d'autres usages (voir par exemple la fiche consacrée aux dalles de revêtement mural en pierre naturelle).**

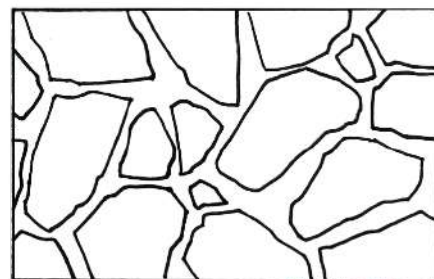
Le choix d'un type de dalles dépend bien sûr des usages visés (intérieur, extérieur, intensité de passage, etc.). Réciproquement, les gammes de réemploi d'un lot donné dépendent de ses caractéristiques intrinsèques. Le cas échéant, des opérations spécifiques (découpes, finitions...) permettent d'adapter les caractéristiques des dalles pour répondre à de nouvelles exigences d'usage (par exemple en termes de rugosité, de facilité d'entretien, de rendu de surface, etc.). Le type et la qualité de la mise en œuvre jouent également un rôle important dans l'atteinte des exigences d'usage.

Les points d'attention liés à la mise en œuvre des dalles en pierre de réemploi ne diffèrent pas fondamentalement de ceux liés aux dalles neuves. Il appartient aux prescripteurs de se reposer sur les réglementations en vigueur dans ce domaine, sur les règles de l'art, les normes de mise en œuvre et les normes nationales et européennes relatives aux produits (notamment la norme européenne sur les dalles de pierre naturelle pour le pavage extérieur EN 1341 et la norme sur les dalles en pierre naturelle de revêtement de sols et d'escaliers EN 12058). Il est à noter que certains guides locaux de référence sur la mise en œuvre des dalles en pierres intègrent déjà le cas des dalles de réemploi (par exemple : le référentiel Qualiroute développé en Région wallonne, Belgique).

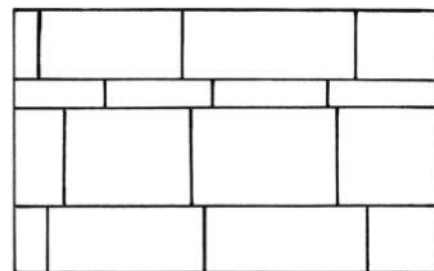
Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de dalles de réemploi :

→ **Composition du lot.** Le lot de dalles de réemploi est constitué d'éléments de même format (carré, rectangulaire, irrégulier, etc.), de même nature géologique voire d'un même usage d'origine (utilisation intérieure, zone soumise au gel, etc.). Il est conseillé de couvrir une surface continue avec des éléments d'un même lot. Des lots de dalles mélangées peuvent toutefois convenir pour des applications moins exigeantes.

→ **Format.** Selon la mise en œuvre, les dalles doivent présenter une stabilité dimensionnelle plus ou moins importante (même dimensions et même épaisseur). Alors que certains formats particuliers (par exemple, des dalles à cabochon) nécessitent des calepinages adaptés, d'autres appareillages s'adaptent particulièrement à des éléments plus irréguliers. Par exemple :

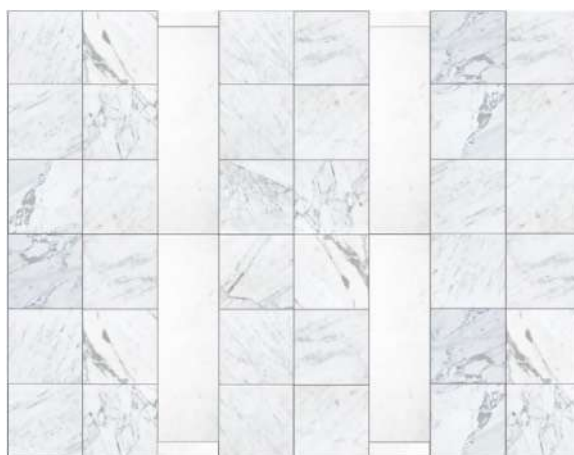


*Opus incertum : format permettant de travailler à partir de fragments quelconque de dalles cassées*



*Longueur libre et largeur variable : format permettant de travailler à partir d'éléments présentant une largeur constante et des longueurs variables (sur une même ligne)*

→ **Teinte.** Par nature, les pierres naturelles présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis. Lors de la pose, il convient de mélanger les pierres des différentes palettes afin d'obtenir un sol homogène.



*Proposition d'un calepinage de sol qui combine des dalles et des lambris en marbre © Rotor*

#### **Penser réversible !**

*Certains modes de pose compliquent voire empêchent la récupération future des dalles. C'est notamment le cas des poses rigides où les dalles sont collées (liants minéraux, charges et résines synthétiques) ou scellées avec des mortiers au ciment. En ce sens, dès que c'est possible et à performances comparables, il est préférable de privilégier une pose souple (assise souple, lit de pose en sable et joints en sable, en sable stabilisé ou à partir d'une émulsion bitumineuse) ou une pose scellée utilisant des mortiers à la chaux ou des mortiers bâtards.*





→ **État.** Outre des traces de résidus de mortier, de peinture et de bitume, les dalles de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des fissures légères, des cratères, des écailllements légers, des taches, des restes de mousse, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des dalles, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi - sauf pour des usages très spécifiques (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »).

Le lot ne doit toutefois pas contenir d'éléments présentant des fêlures ou des dégâts majeurs compromettant sa solidité (e.a. joints stylolithiques débouchant en surface des pierres calcaires, fissures profondes, etc.). Il conviendra au prescripteur de définir le degré d'imperfections toléré au regard de l'usage envisagé et des conditions de mise en œuvre. Il pourra notamment décrire le degré de tolérance des éléments suivants :



Résidus de mousses et algues



Résidus de mortier



Fissures superficielles



Epaufrures



Écornures



Rayures de surface



Fissures profonde et éclats



Joints stylolithiques

→ **Finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, préciser l'aspect de la face visible (brute, sciée, bouchardée, grenailée, flammée, polie, adoucie, etc.), demander que celui-ci soit identique pour tout le lot et préciser quelle fraction de la surface de la dalle il concerne.

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site. Il est généralement conseillé de prévoir un stock de dalles de réserve afin de procéder aux réparations ultérieures. Suivant le calepinage choisi, un pourcentage plus ou moins élevé de marge sera nécessaire en raison des découpes induites (généralement entre 5 et 10%).

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut être mise en place. La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).

**Astuce conception !**

De manière générale, l'intégration de pierres de réemploi dans le projet est grandement facilitée si on prévoit :

- un calepinage qui tolère des dalles de format varié, par exemple : un appareillage en longueur libre.
- une stratégie de composition des lots récupérés : soit en mélangeant les lots pour créer une répartition aléatoire des nuances de teintes, soit en attribuant chaque lot de matériau à un espace en particulier.
- un mode de pose qui permet de travailler avec des dalles présentant des variations d'épaisseur. En effet, il arrive souvent que les lots de pierres de réemploi ne soient pas calibrés.



### Caractéristiques et aptitudes à l'usage

En connaissant la famille ou le type de pierre en présence, il est généralement possible de retrouver ses caractéristiques générales. Ces indications sont précieuses pour étudier la compatibilité de la pierre de réemploi à l'usage envisagé.

Voir par exemple : [www.febemat.be](http://www.febemat.be) ; [www.stonenaturelle.fr](http://www.stonenaturelle.fr) ; [www.pierreetisol.com](http://www.pierreetisol.com) ; [www.cstc.be](http://www.cstc.be) ; etc.

A titre indicatif, le tableau suivant (Tableau 1) reprend quelques-unes des performances connues de quelques familles de roches constitutives des dalles fréquemment réemployées. Il est important de préciser que chaque pierre présente des spécificités et que deux lots de dalles de la même roche peuvent présenter des performances différentes.

La norme harmonisée européenne EN 1341 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des dalles en pierre naturelle destinées au pavage extérieur, et la norme EN 12058 définit les caractéristiques pertinentes des produits en pierres naturelles en tant que dalles de revêtement de sols et d'escalier. Bien que détaillées pour les matériaux neufs issus de l'industrie extractive et transformatrice des pierres naturelles, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des dalles de réemploi en intérieur/extérieur (Tableau 2).

#### Astuce !

*Si les performances doivent être déterminées en laboratoire, il convient d'établir un échantillonnage représentatif du lot considéré. Le nombre et les dimensions des échantillons à prélever dépendent du type d'essai à réaliser. Pour que les résultats des essais soient exploitables, la procédure d'échantillonnage doit être rigoureuse. Un professionnel peut vous accompagner dans ce travail pour choisir les échantillons et les essais à mener. Il veillera par exemple à évaluer les propriétés de différents échantillons soumis à des sollicitations identiques pour obtenir une valeur moyenne représentative. Les procédures d'essais seront définies au regard des usages antérieurs et ultérieurs des dalles en pierre.*

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des pierres les plus courantes utilisées en dalles de revêtement de sol

	Masse volumique apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance à la compression (MPa)	Porosité	Comportement à l'usure
<b>Grès</b>	2000 - 2700	3 - 14	peu poreux (0,5 à 25%)	bon à très bon
<b>Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)</b>	< 2500	2-17	poreux (5 à 50 %)	bon
<b>Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)</b>	> 2500	2-17	peu poreux (0,2 à 5%)	bon
<b>Granite</b>	2500 - 3000	8 - 25	très peu poreux (0,2 à 2%)	très bon
<b>Marbre</b>	2600 - 2900	8 - 22	très peu poreux (0,2 à 2%)	bon

Tableau 2 : Caractéristiques à évaluer en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des dalles de réemploi en pierre naturelle destinées à un revêtement de sol en intérieur/extérieur

Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	x	x	Les dalles de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives, etc.). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement de dalles d'origines diverses.
<b>Provenance géographique</b>	x	x	Comme pour la provenance géologique, l'information sur la provenance géographique d'origine d'un lot de dalles de réemploi est difficile à attester avec certitude. En revanche, on peut déduire certaines caractéristiques si l'on sait où les dalles ont été démontées. Des dalles intactes et démontées dans une région soumise à de forts cycles de gel/dégel témoignent vraisemblablement d'une bonne résistance au gel. Ainsi, à défaut d'information sur la carrière d'origine, il peut être utile de disposer d'informations sur l'usage d'origine ou la région d'où proviennent les dalles.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	x	x	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse.  La porosité ouverte d'une pierre [% en volume] correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement sa gélivité (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau).  Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique relative aux pierres naturelles (voir Tableau 1). Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité tel que défini par la norme d'essai EN 1936.



Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires																
<b>Caractéristiques géométriques</b>	x	x	<p>Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri des dalles de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le matériau. Dans le cas de dalles destinées à être réusinées ou re-taillées, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, etc.) au regard de l'appareillage requis, du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage (ces divers aspects sont décrits dans la norme EN 1341). Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité et de rectitude.</p> <p>De manière générale, les dalles de réemploi brutes présentent des irrégularités de forme liées à la fabrication d'origine et au degré d'usure.</p>																
<b>Tactilité (pour les personnes malvoyantes)</b>	x	x	<p>La tactilité décrit le relief de la surface de la dalle en pierre. Si elle est exigée, cette caractéristique peut être obtenue grâce à des finitions mécaniques sur base du CEN/TS 15209.</p>																
<b>Résistance à la flexion</b>	x	x	<p>La résistance à la flexion <math>R_f</math> [MPa] est une caractéristique mécanique qui indique la capacité à résister à des forces de flexion en usage. Elle varie selon le type de pierre et est généralement déterminée au moyen d'essais de flexion (encadrés par la norme EN 12372).</p> <p>La résistance à la flexion permet de déterminer la charge de rupture [kN] admissible des dalles, en fonction de leurs dimensions, selon la formule suivante :</p> $P = \frac{R_f \times W \times t^2}{1500 \times L \times F_s} \quad \text{où} \quad P : \text{charge de rupture [kN]}$ <p style="margin-left: 40px;"><math>W, L, t</math> : largeur, longueur et épaisseur [mm]  <math>R_f</math> : résistance à la flexion [MPa]  <math>F_s</math> : facteur de sécurité, généralement <math>F_s = 1,6</math></p> <p>L'épaisseur est donc ici une variable déterminante : puisqu'elle est élevée au carré, une petite variation peut entraîner une grande différence.</p> <p>Dans le cas des dalles de voiries, les exigences applicables peuvent se résumer au tableau suivant :</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>Usage recommandé</th> <th>Charge de rupture (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>décoration</td> <td>pas d'exigence</td> </tr> <tr> <td>usage piétonnier uniquement</td> <td>&gt; 0.75</td> </tr> <tr> <td>zones piétonnières et cyclables</td> <td>&gt; 3.5</td> </tr> <tr> <td>accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage</td> <td>&gt; 6</td> </tr> <tr> <td>zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours</td> <td>&gt; 9</td> </tr> <tr> <td>zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds</td> <td>&gt; 14</td> </tr> <tr> <td>routes et rues</td> <td>&gt; 25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Néanmoins, dans le cas des dalles de réemploi, on peut supposer que des éléments ayant été, au cours de leur vie, soumis à des sollicitations élevées, continueront à satisfaire à des niveaux d'exigence similaires ou inférieurs. Un examen détaillé des conditions d'usage initial permet dès lors d'apprécier la capacité de résistance à la flexion des dalles de réemploi, sans mesure d'essai spécifique.</p>	Usage recommandé	Charge de rupture (kN)	décoration	pas d'exigence	usage piétonnier uniquement	> 0.75	zones piétonnières et cyclables	> 3.5	accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage	> 6	zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours	> 9	zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds	> 14	routes et rues	> 25
Usage recommandé	Charge de rupture (kN)																		
décoration	pas d'exigence																		
usage piétonnier uniquement	> 0.75																		
zones piétonnières et cyclables	> 3.5																		
accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage	> 6																		
zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours	> 9																		
zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds	> 14																		
routes et rues	> 25																		
<b>Résistance à l'adhérence (si collage)</b>	x	x	<p>Les valeurs de résistance à l'adhérence et de durabilité dépendent de plusieurs facteurs importants : le type de mortier/mortier-colle, les surfaces à coller, les conditions climatiques, etc.</p>																
<b>Isolation acoustique aérienne directe</b>	x		<p>De manière générale, plus un matériau est lourd (dense et épais), mieux il isole, en particulier des bruits aériens. Cependant, il est rare que l'on choisisse une pierre pour des raisons liées à l'acoustique. Si elle est exigée, cette caractéristique peut toutefois être déterminée en laboratoire selon la méthode d'essai de l'EN 1936.</p>																

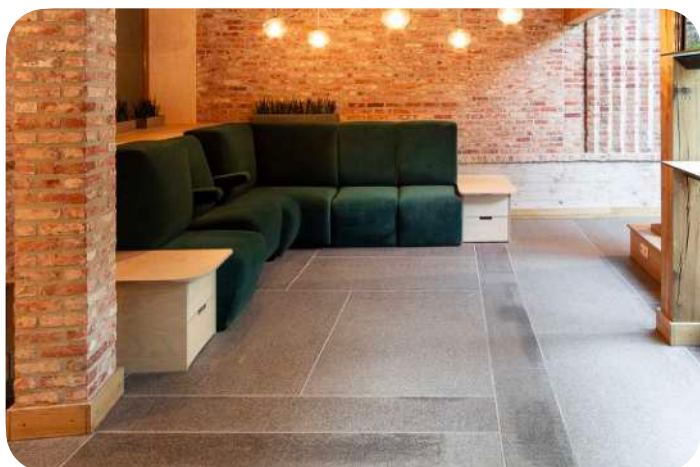




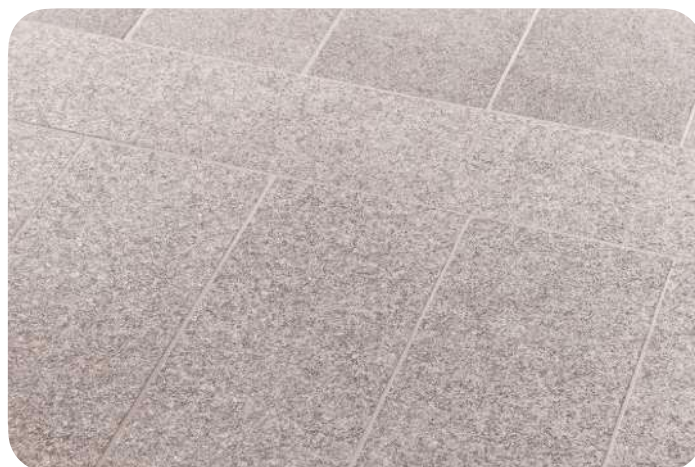
Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Conductivité thermique</b>	x		La conductivité thermique est définie comme la quantité de chaleur qui traverse le matériau par unité de temps et de surface. Elle dépend des vides présents dans le matériau. De manière générale, plus la pierre est dense, meilleure est sa conductivité thermique. Si elle est exigée (chauffage au sol), cette caractéristique peut être déterminée en laboratoire (selon la méthode d'essai de l'EN 1745).
<b>Glissance</b>	x	x	<p>Cette caractéristique influence le confort et la sécurité des usagers. Elle dépend principalement de la rugosité et de la texture du revêtement. Elle peut être évaluée visuellement. Plus elle est grossière, plus elle est antidérapante. Cette caractéristique évolue avec le temps, sous l'influence de l'usure du revêtement, de la présence de salissures, des conditions d'entretien, de la pente, de la densité des joints et du contexte climatique (pluviosité). L'évaluation approfondie de la résistance au glissement (encadrée par la norme d'essai EN 14231) peut être pertinente lorsque l'ouvrage est destiné à la circulation des piétons et des véhicules. Cette norme stipule par ailleurs que des dalles surfacées en relief ou clivées, et dont la rugosité de surface est supérieure à 1 mm, satisfont aux exigences de glissance sans mesures d'essai préalables.</p> <p>Dans le cas des dalles de réemploi, un traitement de finition spécifique et adapté au type de pierre peut être envisagé. Certaines finitions (flamage, par exemple) peuvent éventuellement être appliquées en cours d'usage afin de satisfaire aux exigences en vigueur.</p>
<b>Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)</b>		x	Pour une application extérieure, les éléments en pierre naturelle doivent pouvoir résister au gel/dégel sans que leur aspect ni leurs caractéristiques mécaniques ne soient affectés. La provenance et l'état d'un lot de dalles de réemploi peuvent offrir une indication utile pour déterminer leur résistance au gel/dégel. Beaucoup de dalles anciennes posées en extérieur sont en effet susceptibles d'avoir résisté, au cours de leur premier usage, à davantage de cycles de gel/dégel que ce que préconise la norme d'essai qui permet d'évaluer cette performance (EN 12371). Il importe donc de se renseigner sur l'origine géographique du lot pour s'assurer des conditions climatiques d'origine (par exemple, un lot provenant d'un climat continental au nord de l'Europe conviendra vraisemblablement à une application dans le climat méditerranéen du sud de la France). De manière générale, les dalles les moins résistantes qui ont subi des dégâts dus au gel auront été vraisemblablement écartées lors des étapes de tri et de nettoyage.
<b>Déformation thermique</b>	x	x	La pierre naturelle est sujette à des variations dimensionnelles sous l'effet de la température. Cette déformation est exprimée en [mm/mK] par le coefficient de dilatation thermique. Dans le cas de dallage soumis à de grands écarts de température (dallage extérieur, dallage en contact avec un chauffage par le sol, etc.), il peut être pertinent de déterminer son amplitude (EN 14581 : 2005) afin de dimensionner les joints de mouvement (largeur et espacement). Dans certains marbre et, dans une moindre mesure, certains granits, la dilatation thermique anisotrope de la pierre peut provoquer une décohésion granulaire entraînant une importante déformation des dalles.
<b>Résistance à l'impact</b>	x	x	La résistance d'une dalle en pierre à l'impact d'un corps dur dépend des caractéristiques de la pierre mais aussi de son système de pose et de son support. Le test décrit dans la norme EN 14158 : 2004 consiste à laisser tomber une bille d'acier sur la dalle mise en œuvre dans ses conditions réelles d'usage. Pour des dalles de réemploi, on peut aussi s'appuyer sur l'état des dalles encore mises en œuvre. Si de nombreuses dalles présentes dans une même pièce sont cassées, on peut supposer que mêmes les dalles intactes sont susceptibles de casser à leur tour. Il convient de ne pas extraire ces seules dalles sans garder l'ensemble des informations sur l'état du lot.
<b>Résistance à l'usure</b>	x	x	Cette caractéristique de durabilité dépend du type de pierre, de l'intensité et de la nature du trafic, de la présence de particules abrasives et des conditions d'entretien. S'il existe une norme d'essai qui permet d'évaluer cette caractéristique avec précision (EN 14157 - essai Capon), il est possible de l'approcher, pour les dalles de réemploi, en s'appuyant sur la façon dont celles-ci ont résisté aux sollicitations de leur premier usage. De manière générale, les granites et porphyres conviennent aux sollicitations intenses et résistent davantage à l'usure que les grès et les calcaires.



Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
<b>Sensibilité au tachage</b>	x	x	<p>Pour évaluer cette caractéristique, il est possible de différencier le tachage interne causé par la réaction de certains constituants de la pierre (minéraux métalliques ou matériaux organiques présents dans la pierre), du tachage accidentel causé par un contact avec un produit potentiellement tachant pour la pierre.</p> <p>Le tachage interne relève avant tout d'un souci esthétique du matériau et il convient donc au prescripteur de définir les caractéristiques acceptables au regard de l'usage projeté.</p> <p>La sensibilité au tachage est également directement liée à la valeur de porosité de la pierre. Plus la porosité est élevée, plus la pierre absorbe facilement les liquides (et donc la pollution) et plus elle est sensible au tachage. Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des dalles de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Des traitements de surface spécifiques peuvent également être préconisés pour améliorer cette performance.</p>
<b>Réaction au feu</b>	x		<p>Conformément à la Décision de la Commission 96/603/CE, les pierres naturelles sont considérées comme appartenant à la classe A1 de réaction au feu (voir EN 12 058 pour les exceptions). Attention toutefois à l'utilisation de mastics de rebouchage, qui peuvent avoir une incidence sur cette performance.</p>



Réemploi de dalles en granit italien flammé. Zonnige Kempen, Westerlo, (BE). © Rotor



Réemploi de dalles en granite et pierre du Hainaut de dimensions et formes variées, récupérées au dépôt de la ville de Paris. Square de la biodiversité, Paris (FR)  
© Perrine Henault, [Atelier NOUS](#)



**Disponibilité**

Le marché professionnel des dalles en pierre naturelle de réemploi est assez développé. Cependant, la taille des lots varie fortement d'une offre à l'autre, de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres carrés. Il est recommandé de se renseigner assez tôt auprès des professionnels en cas de commande importante (plusieurs centaines de mètres carrés).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe du Nord Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon le format, les dimensions et le type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé.

- Dalle en grès ≈ 50-150 €/m<sup>2</sup>
- Dalle en pierre bleue ≈ 100-150 €/m<sup>2</sup>
- Dalle en ardoise ≈ 50-200 €/m<sup>2</sup>
- Dalle en pierre calcaire blanche ≈ 120 - 300 €/m<sup>2</sup>
- Fragments de dalles cassées ≈ 10-30 €/m<sup>2</sup>

**Trouver des prestataires spécialisés**



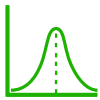
[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

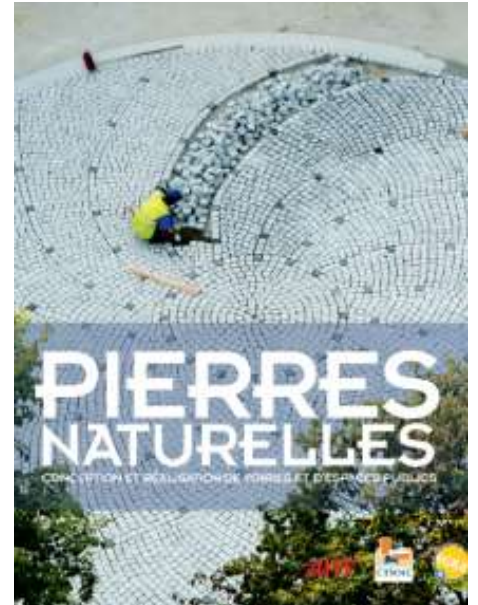
**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en granite *	31,8	0,6
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en marbre *	16,3	0,3
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en pierre calcaire *	14,9	0,3

\* Valeur indicative pour un revêtement de façade de 1 m<sup>2</sup>, d'épaisseur 2 cm et de masse surfacique 52 kg/m<sup>2</sup>.



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de tablettes en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~1492 à ~3175 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de tablettes neuves (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~9 000 à ~19 000 km effectué dans une petite voiture diesel.



Réemploi de dalles en pierre bleue belge polie. Maison Vignette, Auderghem (BE). Archi : Karbon' architecture & Urbanisme © Giulia Frigerio

Pierres naturelles - Conception et réalisation de voiries et d'espaces (2019), RGRA, 440 p., ISBN : 978-2-913414-52-5



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



**Description du matériau**

Les tablettes sont désignées ici comme étant des panneaux en pierre naturelle, relativement fins et longilignes, et généralement disposés sur un plan horizontal. On les trouve typiquement au pied des embrasures de fenêtres (Figure 1), sur certaines cheminées (Figure 2) ou radiateurs.

A l’instar d’autres matériaux en pierre naturelle, les tablettes sont intéressantes à réemployer : relativement résistantes, elles présentent de belles finitions et se prêtent à des transformations diverses. On trouve ces éléments chez certains vendeurs d’antiquités architecturales et de matériaux anciens, voire dans les petites annonces. Les stocks semblent assez fluctuants.

En soi, il est possible de réutiliser ces tablettes à d’autres fins, pour du revêtement mural par exemple (voir la fiche consacrée aux dalles de revêtement mural en pierre naturelle).

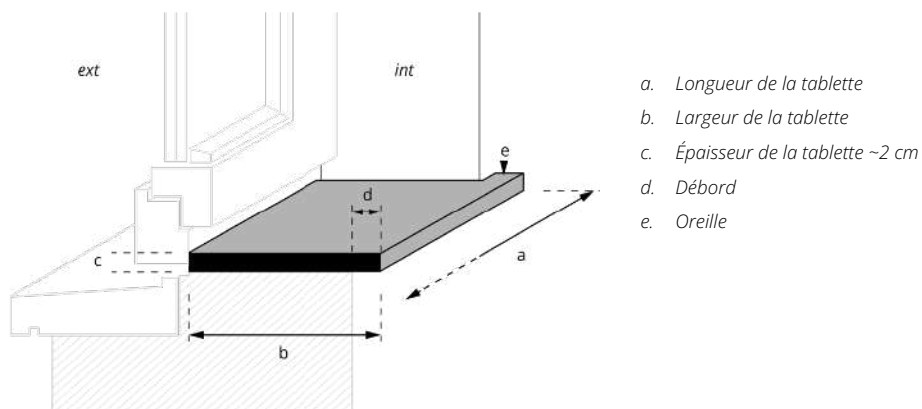


Figure 1. Géométrie des tablettes de fenêtre en pierre

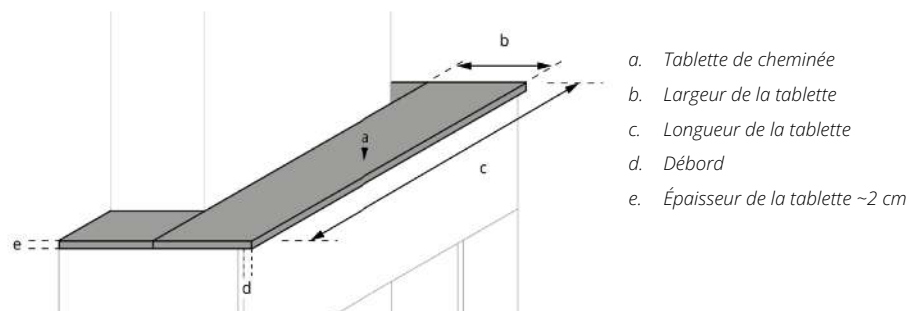


Figure 2. Géométrie des tablettes de cheminée en pierre

Les tablettes de réemploi présentent de nombreuses variations. Celles-ci ont notamment trait aux caractéristiques suivantes :

→ **Nature géologique.** De nombreux types de roches sont utilisés pour la fabrication de tablettes. Parmi les plus courantes, on retrouve les marbres, le granite, la pierre bleue, la pierre calcaire blanche, ou encore l’ardoise, dans toutes leurs variations locales.

→ **Dimensions.** Le plus souvent les tablettes de réemploi possèdent des longueurs variables, des largeurs comprises entre 10 et 50 cm et des épaisseurs assez fines d’environ 2 à 5 cm. D’autres dimensions sont possibles.

→ **Profils.** Différents profils de tablettes peuvent se rencontrer (Figure 3), même si les formats rectangulaires sont les plus courants. Parmi ceux-ci, des variations au niveau

des angles (droits, arrondis, à oreilles) et des arêtes (droites, chanfreinées, arrondies, etc.) sont possibles.

→ **Fixations.** Différents modes de fixation existent et sont parfois combinés : encastrement, emboîtement, scellement à l’aide de mortier ou de plâtre, etc.

- Les tablettes de fenêtre peuvent être posées dans le vide laissé entre les deux murs ou bien encadrées dans la maçonnerie.
- Les tablettes de cheminées sont emboîtées au manteau de la cheminée et/ou fixées au support.

En général, elles présentent une légère saillie (débord) par rapport à l’épaisseur du mur ou du manteau de la cheminée.



Tablette de fenêtre en marbre



Tablette de cheminée en marbre noir



Tablette de radiateur

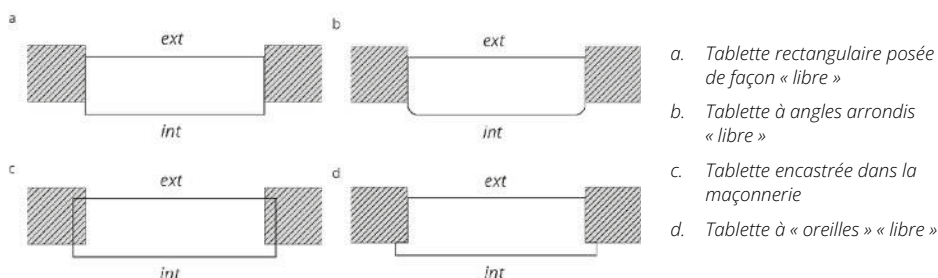


Figure 3. Profils de tablettes de fenêtre couramment rencontrées



## Tablette en pierre naturelle

→ *Aspect*. La diversité des roches se traduit par une large palette de couleurs : noir, gris, beige, ocre, brun, rose, rouge, etc. Les variations sont quasiment infinies ! Un vocabulaire spécifique permet également de désigner les incrustations de la pierre (veines, grains, strates, flammes, tâches, etc.).

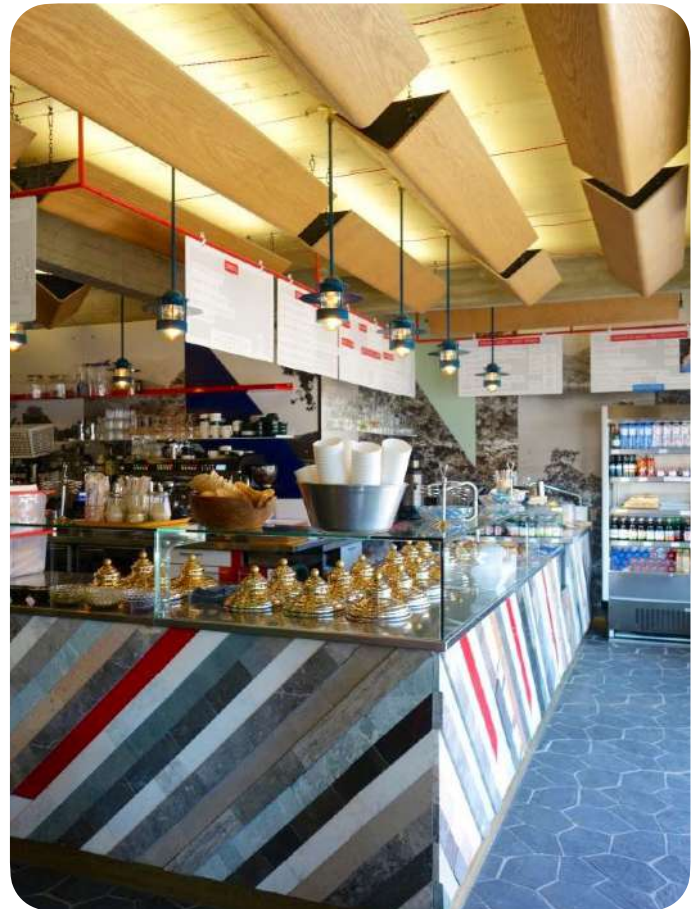
→ *Texture et finition*. Des finitions lisses (pierre adoucie ou polie) sont généralement utilisées pour faciliter l'entretien.



Variation de teinte et d'aspect des tablettes en pierre.



Revêtement mural en tablettes de fenêtrages de réemploi (BE).  
 © Manu Gryson architecte



Réemploi de tablette en pierre naturelle, habillage de comptoir, Glacier Gaston, Bruxelles (BE). Intérieur par Lionel Jadot.





**Récupération du matériau**

**Les tablettes en bon état sont de bonnes candidates au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ces professionnels sont généralement en mesure d'assurer le bon déroulement des opérations suivantes :**

→ *Test de démontage* (ou avis expert). Un test de démontage permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité de la dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de plans, de photos, de documents historiques ou par une visite sur place. Pour les tablettes, les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot et le mode de pose : état de la pierre, formats et dimensions, nature du lit de pose, caractéristiques des joints, mode d'accrochage et d'encastrement, fixation du châssis de la fenêtre, etc.
- l'intérêt commercial, selon le type de pierre, l'époque, le style, la quantité, etc.
- les dispositions logistiques, notamment en matière de délai, temps de travail, manutention, transport, etc.

→ *Dépose*. Le démontage soigneux des tablettes doit assurer la sécurité des travailleurs et l'intégrité des éléments récupérés. Le risque de détérioration est élevé puisque les éléments sont fins et généralement collés et/ou encastrés. Le taux de perte dépend fortement du type de roche, des conditions d'usage d'origine, du type de pose (voir figure 3), de l'épaisseur des dalles et du soin apporté au démontage :

- si les tablettes sont posées de façon « libre », le taux de récupération escompté est de l'ordre de 75% ;
- si les tablettes de fenêtre sont insérées sous le châssis ou sous les joues des baies de fenêtres, le taux de récupération est généralement de l'ordre de 50%.

La dépose d'une **tablette de fenêtre** suit les étapes suivantes :

- Couper le joint de mastic qui se trouve entre la fenêtre et la tablette à l'aide d'un cutter.
- Libérer les extrémités encastrées : démolir le plafonnage, les petits éléments de maçonnerie et les éventuels profilés métalliques.
- Exercer un bras de levier à l'aide d'un pied de biche pour desceller la tablette de son support horizontal en veillant à ne pas trop la soulever pour ne pas la casser.
- Faire glisser la tablette en position horizontale pour l'extraire. Cette opération peut s'avérer délicate selon l'enfoncement de la tablette sous le châssis, la rigidité du châssis, le type de pierre, etc. Par ailleurs, il est plus aisé de récupérer la tablette si on ne souhaite pas préserver les autres éléments. Sinon, il est conseillé de d'abord récupérer le châssis avant de procéder au démontage.

Le processus de démontage soigneux est similaire dans le cas de **tablettes de cheminées**. Les bords encastrés sont libérés avant de procéder au descelllement par levier. Les autres éléments d'habillage en pierre, constituant le manteau de la cheminée, peuvent également être récupérés. Généralement en marbre, les plaques sont emboîtées ou fixées à l'aide d'agrafe en cuivre et collées au support avec du plâtre. Il convient de démonter l'ensemble en respectant le sens d'emboîtement, généralement en commençant par le haut.

Les **tablettes de radiateurs** sont très souvent maintenues par des accessoires métalliques et se récupèrent très facilement.



Dégagement des extrémités d'une tablette de fenêtre



Dégagement des extrémités d'une tablette de fenêtre



Tablettes de fenêtres déposées

**Substances dangereuses et précautions**

Certaines tablettes ont pu être en contact avec des substances dangereuses telles que des joints de fenêtres ou autres éléments **amiantés**. Dans ce cas, la dépose ne doit être envisagée qu'après les travaux de désamiantage.



Cheminée en marbre noir



Dépose de la tablette et du manteau de la cheminée



Éléments déposés



## Tablette en pierre naturelle

→ **Nettoyage et tri.** Les tablettes sont triées par qualités, couleurs, dimensions et degré de nettoyage. Un nettoyage à la brosse et à l'eau peut être envisagé pour enlever les traces de plâtre ou de mortier de fixation ainsi qu'un grattage des résidus de mastics au moyen d'une lame adaptée en veillant à ne pas griffer la surface. Il existe des produits pour réparer les petites fissures et les cassures (mortier minéral, greffes de pierre, etc.). Ceux-ci peuvent être envisagés pour des tablettes abîmées.

→ **Opérations.** La plupart du temps, les tablettes en pierre peuvent être réemployées telles quelles après un nettoyage sommaire. Dans certains cas, des opérations complémentaires sur le matériau peuvent être envisagées avant sa remise en oeuvre. Par exemple :

- **Sciage :** les tablettes peuvent être sciées pour homogénéiser leurs dimensions et faciliter leur remise en oeuvre.
- **Nettoyage et finitions :** La face apparente de certaines pierres plus poreuses peut être tachée ou avoir changé de couleur en cours d'usage suite à la pollution atmosphérique ou encore au développement de mousses. Leur remise en état d'origine n'est pas toujours possible. Elle dépend de la profondeur d'incrustation, qui varie selon le type de pollution et le type de pierre. Il est conseillé de prendre contact avec un professionnel pour connaître les produits compatibles et les méthodes de traitement adéquates. Plusieurs techniques sont possibles : polissage à l'eau (différentes pressions et températures), usage de produits chimiques (acide oxalique, fluaté à polir,

lustrants), nettoyage mécanique (ponçage, lustrage, grésage hydropneumatique, projection de fines particules, micro-ponçages, etc.) voire même, dans des cas très particuliers, usage du laser, du latex ou de cataplasmes. Le choix d'une technique de nettoyage adaptée dépendra essentiellement des aspects suivants : nature et dureté de la pierre, finesse de son grain et autres aspects de surface, présence d'altérations, type et degré d'encrassement, résultat recherché.

→ **Stockage et conditionnement.** Les tablettes sont généralement conditionnées et sanglées sur palette de manière horizontale. Idéalement, elles sont séparées par des éléments de calage afin de limiter les risques d'endommagement. Le bois de calage/séparation ne doit pas être traité, être bien sec et ne pas contenir de tanins susceptibles de tacher les pierres. Les sangles métalliques sont à éviter au risque de tacher la pierre (rouille). Idéalement, les tablettes sont stockées en intérieur car les conditions extérieures peuvent dégrader l'aspect de surface de certaines pierres naturelles polies et compromettre leur réemploi. Le conditionnement doit tenir compte de la masse importante des éléments. Des moyens de transport et de levage appropriés sont également à prévoir.

Les tablettes en pierre naturelle de réemploi sont généralement vendues par lot ou à la pièce. La plupart des fournisseurs sont en mesure de fournir des informations sur leurs caractéristiques principales (type de roche, dimensions nominales et tolérances, finition, applications prévues) et, dans certains cas, leur provenance.



Sciage des éléments en pierre



Stockage sur palette



Stockage vertical





## Applications et mise en œuvre

**Les tablettes de réemploi peuvent être réemployées dans leur fonction d'origine ou réutilisées à d'autres fins. La finesse des éléments rend possible leur application en revêtement mural, comme applications décoratives voire comme plan de travail.**

La majorité des points d'attention liés à la mise en œuvre des tablettes en pierre de réemploi sont semblables à ceux des tablettes neuves - notamment, et de façon non exhaustive : nature de la pierre et dimensions des éléments, nature de la couche de pose, type de jointoiement, finition, adoucissement des arêtes, etc.

Il appartient aux auteurs de projet de se reposer sur les réglementations en vigueur, les règles de l'art et les normes nationales et européennes relatives aux produits en pierre naturelles. Par ailleurs, des prescriptions adéquates de mise en œuvre doivent être spécifiées pour couvrir les diverses applications possibles des tablettes de réemploi.

De manière générale, la recherche d'un lot avec des caractéristiques très précises peut s'avérer compliqué. Il est souvent préférable d'identifier un ou plusieurs lots de tablettes de réemploi brutes et d'envisager des opérations de traitements et transformations complémentaires. L'expertise des professionnels peut être précieuse à cet égard.

Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de tablettes de réemploi :

→ **Format.** Le lot identifié devra correspondre aux contraintes de dimensions souhaitées. Des tablettes présentant des défauts comme des angles cassés pourront être utilisées à condition qu'un rectangle correspondant à la surface de la tablette souhaitée puisse s'inscrire dans la partie intacte. Selon les cas, il est aussi possible de prévoir la possibilité de couvrir une longueur importante en plusieurs morceaux. Ceci permet de valoriser des fragments intacts de plus petite taille.

→ **Nature de la pierre.** Le choix doit correspondre à l'usage envisagé, notamment en termes de résistance aux acides, d'absorption (notamment pour des plans de travail de cuisine). Il est possible de combiner les types de pierres mais la mise en œuvre peut être plus compliquée.

→ **Teinte.** Par nature, les pierres présentent une grande variété de teintes et d'aspects. Selon les exigences d'usage (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est possible de préciser cette caractéristique en se référant à une teinte générale ou à un coloris précis.

→ **Etat.** Outre des traces de résidus de mortier, de plâtre, de peinture et de mastic, les tablettes de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des éclats, des rayures, des fissures légères, des taches, etc. Ces détériorations peuvent influencer les performances techniques et esthétiques des tablettes, ainsi que leur remise en œuvre, mais ne constituent pas un obstacle majeur au réemploi (voir § « Caractéristiques et aptitudes à l'usage »). Le cas échéant, certains traitements de surface, voire des découpes, peuvent permettre de corriger ces altérations. Il appartient à l'auteur de projet de définir le degré d'imperfection toléré, selon l'usage défini et les conditions de mise en œuvre, en spécifiant le degré d'altérations acceptables (par exemple : rayures superficielles tolérées sur la face visible, coins et bords cassés tolérés sur les parties non visibles, etc.). Le lot ne doit toutefois pas contenir d'éléments présentant des fêlures ou des dégâts majeurs compromettant sa solidité sur la partie utile.

→ **Texture et finition.** Selon les exigences requises (fonctionnelles et esthétiques) et le type de roche, il convient de préciser l'aspect des arêtes, des angles (e.a. chanfreinés, arrondis, etc.) et de la surface (e.a. polie, adoucie, brute, etc.). Les tablettes de fenêtre sont généralement polies ou adoucies à l'origine.

→ **Quantité.** Certains fournisseurs peuvent inclure un surplus lors de la livraison du produit s'ils ne sont pas en mesure de garantir l'absolue homogénéité des caractéristiques reprises ci-dessus. Ce surplus peut aussi être appliqué dans le cas d'un scénario de réemploi sur site car certaines tablettes seront probablement détériorées lors du démontage.

La plupart des fournisseurs professionnels sont en mesure de garantir la conformité des lots livrés à ces exigences. Une procédure d'essai de contrôle sur base d'un échantillon contractuel et d'un échantillonnage à la réception peut être mise en place.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir

des garanties particulières propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Présence de restes de mastic et d'une découpe pour l'encastrement de la tablette. © Frédéric Uyttenhove



Rayures de surface



Fissures profonde et éclats

### Astuce conception !

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de combiner différents lots de pierre (formats, type de pierre, origines d'usage, etc.) et les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, prévoir un lot homogène de tablettes par espace ou par étage.

Le prescripteur peut aussi jouer sur un principe de patchwork notamment pour un usage des tablettes en parement mural. Différents lots pourront être regroupés et découpés dans des dimensions différentes. Cette souplesse dans l'approvisionnement et dans le choix de calepinage permet de couvrir des surfaces beaucoup plus importantes.



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Il n'existe pas de norme harmonisée européenne spécifique aux tablettes en pierre mais plusieurs normes et méthodes d'essai permettent de déterminer les propriétés relatives aux pierres naturelles (EN 12407 - Examen pétrographique, EN 1936 - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale, EN 12371 - Détermination de la résistance au gel, etc.). Bien que relatifs aux matériaux neufs, ces documents peuvent s'avérer utiles pour déterminer les caractéristiques pertinentes (selon le projet) liées au réemploi des tablettes.

Pour un détournement d'usage des tablettes en tant que parement mural, il convient de se référer aux caractéristiques et aptitudes à l'usage décrites dans la fiche consacrée aux dalles de revêtement mural en pierre naturelle.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Provenance géologique et description pétrographique</b>	Les tablettes de réemploi proviennent d'ouvrages susceptibles d'avoir été réalisés à partir de lots d'origines multiples. S'il est possible de caractériser visuellement le type de roche en présence, il est cependant plus difficile d'affirmer avec certitude que leur provenance géologique est identique, à moins qu'il n'existe des traces permettant de l'attester (par exemple : un certificat d'origine, des documents d'archives, etc.). Ceci est d'autant plus valable pour les lots constitués par le regroupement d'éléments d'origines diverses.
<b>Masse volumique apparente et porosité ouverte</b>	<p>Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [<math>\text{kg/m}^3</math>] donne une indication sur le degré de compacité de la pierre. De manière générale, plus une roche est compacte, moins elle est poreuse.</p> <p>La porosité ouverte d'une pierre [% en volume] correspond à la proportion des pores reliés entre eux et accessibles à l'eau. Cette caractéristique influence notamment le degré de résistance aux taches et aux salissures. Elle ne conditionne pas directement sa gélivité (c'est plutôt sa capacité à restituer l'eau absorbée qui importe à ce niveau).</p> <p>Ces informations peuvent être estimées sur base de documentation technique générale relative aux pierres naturelles. Si nécessaire, ces caractéristiques peuvent être mesurées plus précisément par un essai d'identité tel que défini par la norme d'essai EN 1936.</p>
<b>Caractéristiques géométriques</b>	Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri et de nettoyage des dalles de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le matériau. Dans le cas de tablettes destinées à être réusinées ou retaillées, il est conseillé de définir avec le fournisseur les tolérances dimensionnelles applicables à chacune des dimensions (largeur, épaisseur, longueur, etc.) au regard du type de pierre et de la fonctionnalité de l'ouvrage. Il convient également de détailler les exigences en termes de planéité et de rectitude.
<b>Résistance à la flexion</b>	La résistance à la flexion $R_f$ [MPa] est une caractéristique mécanique qui permet de renseigner sur la capacité à résister à des forces de flexion en usage. Elle varie selon le type de pierre et est généralement déterminée au moyen d'essais de flexion encadrés par la norme EN 12372. Cette caractéristique peut être vérifiée en cas de débord important des tablettes.
<b>Déformation thermique</b>	La pierre naturelle est sujette à des variations dimensionnelles sous l'effet de la température. Cette déformation est exprimée en [ $\text{mm/mK}$ ] par le coefficient de dilatation thermique. Dans le cas de tablettes soumises à de grands écarts de température (tablettes au-dessus d'un radiateur, d'une cheminée, etc.), il peut être pertinent de déterminer son amplitude (EN 14581 : 2005). Pour certains marbres et, dans une moindre mesure pour certains granits, la dilatation thermique anisotrope de la pierre peut provoquer une décohésion granulaire entraînant une importante déformation des tablettes.
<b>Résistance à l'impact</b>	La résistance à l'impact d'un corps dur dépend des caractéristiques de la pierre mais aussi de son système de pose et de son support. Le test décrit dans la norme EN 14158 : 2004 consiste à laisser tomber une bille d'acier sur l'élément mis en œuvre dans ses conditions réelles d'usage. Pour des tablettes de réemploi, on peut aussi s'appuyer sur l'état des tablettes encore mises en œuvre. Si de nombreuses tablettes soumises à des sollicitations similaires sont cassées ou détériorées, on peut supposer que même les tablettes intactes sont susceptibles de casser à leur tour. Il convient de ne pas extraire ces seules tablettes sans garder l'ensemble des informations sur l'état du lot.
<b>Réaction au feu</b>	Conformément à la Décision de la Commission 96/603/CE, les pierres naturelles sont considérées comme appartenant à la classe A1 de réaction au feu (voir EN 12058 pour les exceptions). Attention toutefois à l'utilisation de mastics de rebouchage, qui peuvent avoir une incidence sur cette performance.



Caractéristiques	Commentaires
<b>Sensibilité au tachage</b>	<p>Pour évaluer cette caractéristique, on différencie le tachage interne causé par la réaction de certains constituant de la pierre (minéraux métalliques ou matériaux organiques présents dans la pierre), du tachage accidentel causé par un contact avec un produit tachant.</p> <p>Le tachage interne relève avant tout d'un souci esthétique du matériau et il convient donc à l'auteur de projet de définir les caractéristiques acceptables au regard de l'usage visé.</p> <p>La sensibilité au tachage est également directement liée à la valeur de porosité de la pierre. Plus la porosité est élevée, plus la pierre absorbe facilement les liquides et la pollution, plus elle est sensible au tachage. Une porosité inférieure à 4% est généralement satisfaisante pour limiter les risques de salissure. Il est également possible de repérer visuellement le degré de salissures des dalles de réemploi en observant la face visible des éléments non transformés (sciés). Le cas échéant, il existe des traitements de surface pour améliorer cette performance en ralentissant l'infiltration de substances grasses dans les vides de la pierre.</p>

**Disponibilité**

Certains vendeurs d'antiquités architecturales ou d'éléments en pierre peuvent avoir ce type d'éléments en stock. On trouve également des références de tablettes sur les sites de revente de matériaux entre particuliers mais généralement en petite quantité (<10 pièces).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Le prix des tablettes est très variable d'une offre à l'autre, il dépend de la disponibilité du format, du type de pierre, ainsi que du degré de tri et de nettoyage demandé.

- Tablettes de fenêtre en pierre naturelle ~ 40 -110 €/m<sup>2</sup>
- Découpe de la pierre : ~ 40 €/h

**Trouver des prestataires spécialisés**



salvoweb.com

[salvoweb.com](http://salvoweb.com)



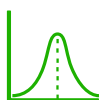
opalis.eu

[opalis.eu](http://opalis.eu)

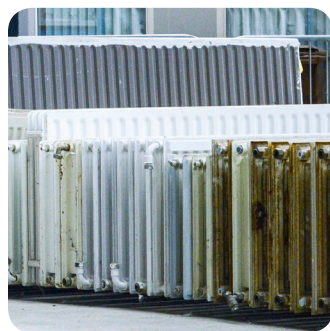
**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en granite *	31,8	0,6
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en marbre *	16,3	0,3
Base de données OEKOBAUDAT (DE) - Donnée individuelle thinkstep - Dalles en pierre calcaire *	14,9	0,3

\* Valeur indicative pour un revêtement de façade de 1 m<sup>2</sup>, d'épaisseur 2 cm et de masse surfacique 52 kg/m<sup>2</sup>.



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 100 m<sup>2</sup> de tablettes en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~1490 à ~3180 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de tablettes neuves (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~9 000 à ~19 000 km effectué dans une petite voiture diesel.



# EQUIPEMENTS



- Cuvettes de WC
- Urinoir suspendu
- Lavabos (et vidoirs) à usage individuel et collectif
- Radiateur en fonte
- Radiateur en tôle acier/inox/aluminium





**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description de l'élément

**Le caractère passablement trivial de leur usage et leur omniprésence dans l'environnement bâti ne doivent pas masquer la complexité propre aux systèmes de toilettes à chasse d'eau. Elles se présentent sous de multiples déclinaisons, avec des spécificités respectives, dont il faudra tenir compte lorsqu'on envisage leur réemploi. Les modèles les plus courants sont :**

→ les *cuvettes sur pied* à réservoir attenant ou séparé : les éléments constitutifs sont accessibles, ce qui simplifie les réparations éventuelles. Elles sont généralement fixées mécaniquement au sol et un joint d'étanchéité assure une fermeture hygiénique. Selon les cas, le réservoir est en céramique sanitaire émaillée (email à l'extérieur et/ou intérieur) ou en matière synthétique. Les modèles plus anciens peuvent également être en fonte ou en tôle émaillée.

→ les *cuvettes suspendues* : fixées sur un bâti-support vertical, généralement camouflé dans un mur porteur (en applique) ou une paroi (système universel ou autoportant). Une plaque de commande permet d'actionner le mécanisme de chasse. Le nettoyage du sol est plus aisé.

Les toilettes à chasse d'eau présentent un haut degré de technicité. Leur bon fonctionnement général dépend du bon fonctionnement de toutes leurs parties. Ceci implique une attention au bon état de chaque pièce et de chaque dispositif mécanique (notamment les systèmes de remplissage et de vidange mais aussi les différents joints, la bride, etc.). Le cas échéant, certaines parties peuvent être réparées ou doivent être remplacées par des pièces neuves.

La plupart des cuvettes de réemploi sont équipées d'une *bride* (repli en partie haute) intégrée dans la céramique, rarement émaillée à l'intérieur, et munie de perforations sur tout le pourtour de la cuvette. Certaines cuvettes contemporaines sont équipées d'une technologie de rinçage sans bride (« rimless »), plus hygiénique, qui permet d'améliorer la nettoyabilité et limiter l'entartrage.

Les toilettes ne représentent qu'une petite partie d'un vaste système de canalisations et d'infrastructures assurant la conduite de l'eau et la gestion des eaux usées. Ceci implique une attention particulière aux connexions et aux joints entre tous les éléments de façon à assurer le bon fonctionnement de l'ensemble. Pour les toilettes, cela touche notamment aux manchons d'évacuation et aux robinets d'alimentation mais aussi à la question des volumes de vidange. Il s'agit d'anticiper correctement les connexions et de prévoir éventuellement le recours à des pièces de plomberie neuves.

L'installation des toilettes est régie par des normes nationales et européennes portant entre autres sur les volumes de vidange, les dimensions du raccordement d'eau et de l'évacuation, la consommation d'eau, les procédures d'installation. Celles-ci ont toutefois peu évolué au cours des 20 dernières années. Aussi peut-on présumer que des systèmes de toilettes installés il y a moins de 20 ans répondront dans les grandes lignes aux exigences actuelles. Dans tous les cas, il est nécessaire de s'en assurer et, le cas échéant, de prévoir les adaptations nécessaires.

Les dépôts de matière et le caractère visiblement usé d'une toilette ont également une influence sur l'appréciation des futurs usagers. Cet équipement renvoie en effet de façon particulièrement sensible aux conceptions que se font les utilisateurs sur l'hygiène et le confort personnel. Heureusement, des procédés de nettoyage permettent bien souvent de donner une seconde jeunesse à ces équipements sanitaires.

Plus largement, les toilettes présentent de beaux avantages pour le réemploi ! Les possibilités d'entretien et la durabilité des éléments en céramique expliquent leur pérennité et leur présence sur le marché du réemploi.

La présente fiche propose d'aborder ces différentes questions, en se focalisant sur des systèmes de toilettes récents (fin 20<sup>ème</sup> - début 21<sup>ème</sup> siècle) comprenant des cuvettes en céramique sanitaire émaillée ou en porcelaine vitrifiée (ou, plus occasionnellement, en acier inoxydable ou en matériaux synthétiques).



*Cuvette sur pied à réservoir attenant*



*Cuvette sur pied à réservoir séparé*



*Cuvette suspendue*



### Récupération de l'élément

**D'un démontage généralement aisé, les cuvettes de WC sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux. Ces entreprises sont rarement spécialisées dans les équipements sanitaires uniquement, mais les intègrent dans une gamme plus large de produits.**

→ *Evaluation du potentiel.* Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au modèle, au fabricant, aux quantités, aux dimensions, etc. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : les appareils sont-ils endommagés (fêlures, crevasses, fissures, rayures, etc.) ? **Un appareil fissuré ne doit pas être ré-employé.** Les équipements sont-ils encrassés (calcaire, tartre, moisissure) ? Quel est l'état et la capacité du réservoir ?
- l'état des accessoires : le mécanisme de chasse est-il fonctionnel ? Est-il nettoyable/remplaçable ? S'il s'agit de toilettes suspendues, le bâti-support peut-il être récupéré ou remplacé ? Dans quel état se trouve l'abattant, les joints d'étanchéité, etc. ?
- l'intérêt commercial, selon le modèle, la quantité, le potentiel de revente, la facilité d'entretien, etc. ;
- les dispositions logistiques, notamment les délais, la manutention, l'organisation du transport, etc.



Dépose de cuvettes de WC en vue de leur réemploi

→ *Dépose.* Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité de l'installation, de l'équipement et des accessoires dont on envisage le réemploi. Si l'installation est encore alimentée en eau, il est conseillé de procéder à un pré-nettoyage. Il convient ensuite de couper l'alimentation (robinets d'arrêt ou arrivée générale) avant de procéder au démontage. S'ils sont récupérés, les accessoires fonctionnels (réservoirs, abattants, bâtis-support...) doivent être correctement démontés et répertoriés. Les abattants peuvent être maintenus en place et fixés au moyen de ruban adhésif pour éviter qu'ils ne bougent lors du transport. Il est conseillé de documenter le principe de fixation des éléments spécifiques afin de faciliter leur repose ultérieure. Une fois démontés, les cuvettes et réservoirs seront correctement vidangés, triés par qualités, couleurs et dimensions et conditionnés de telle sorte à éviter les coups et les brisures.

→ *Stockage.* Il est conseillé de disposer les cuvettes de façon à ce que leur face de pose repose sur un support souple, d'éviter les débordements de palettes, et de prévoir des protections intercalaires, un sanglage et éventuellement un film d'emballage. Une fois nettoyés et prêts à être remis en oeuvre, il est préférable de stocker les éléments à l'abri de l'eau et de la poussière.



Dépose de cuvettes de WC en vue de leur réemploi

### Vérification de l'état de l'émail

*Il est envisageable de tester l'état de la couche d'émail au moyen d'un marqueur à l'alcool : s'il s'efface facilement, l'émail est encore en bon état, dans le cas contraire, l'émail est probablement devenu « poreux ».*



Email poreux (gauche) vs émail en bon état (droite)



Dépose de cuvettes de WC en vue de leur réemploi





→ **Traitements/entretien/nettoyage.** En phase d'usage, les toilettes peuvent subir diverses formes d'altération. L'une des plus courantes est la formation de dépôts de matière qui s'incrustent plus ou moins profondément dans la cuvette et dans les différentes pièces avec lesquelles ces matières entrent en contact. C'est particulièrement le cas du tartre, présent dans l'eau de distribution et qui, lorsqu'il s'accumule en grande quantité, peut mener à des dysfonctionnements.

Les cuvettes de WC de réemploi récentes sont généralement vendues sans aucun autre traitement qu'un nettoyage superficiel à l'eau savonneuse voire à l'eau de Javel. Un détartrant ou du vinaigre sont aussi parfois utilisés pour éliminer les incrustations les plus visibles.

Certains professionnels proposent un nettoyage et une désinfection en profondeur des équipements en céramique (principalement les cuvettes suspendues), en vue d'éliminer les dépôts coriaces (calcaire, tartre, mortier, peinture, mastic, etc.). Après avoir retiré les accessoires en métal et en matières synthétiques, les appareils sont trempés dans une solution acide spécifique, avant d'être lavés sous pression puis rincés. En raison de son coût additionnel, ce procédé est surtout intéressant pour les cuvettes de milieu et de haut de gamme, munies d'une bride.

Si des coups superficiels affectent la couche d'émail, il est possible d'effectuer des réparations ponctuelles à l'aide d'un produit spécifique. Des kits prêts à l'usage se trouvent facilement dans le commerce.

Dans tous les cas, il est conseillé de ne pas utiliser de produits abrasifs ni d'objets métalliques pour éliminer les salissures, au risque de détériorer la couche de surface.

→ **Processus de nettoyage professionnel**



Phase 1. Trempage des éléments dans un bain d'acide spécifique



Cuvettes suspendues encrassées



Entartrage de la bride et obstruction des trous des orifices de rinçage



Entartrage du mécanisme de chasse

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue d'empêcher les coups et les éraflures (protections intercalaires, protections des coins, sanglage des palettes, etc).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Phase 2. Rinçage sous pression



Phase 3. Conditionnement



### Applications et mise en œuvre

**Sur le principe, la remise en œuvre des cuvettes de WC de réemploi ne diffère en rien de celle des cuvettes neuves. Elle doit répondre aux mêmes exigences d'usage, notamment - selon les cas de figure - en ce qui concerne les propriétés et l'état du support (sol ou mural), la hauteur de pose, l'usage par des personnes à mobilité réduite, les produits et techniques de pose et de jointoiement, les raccordements et plomberie, l'étanchéité, la robinetterie, l'évacuation des eaux usées, etc. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (i.e. EN 997 et EN 14055), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre.**

Pour faciliter l'intégration des éléments de réemploi, le prescripteur veille à formuler ses attentes vis-à-vis des caractéristiques suivantes.

→ **Types et dimensions** des équipements. Par exemple, la sortie d'évacuation de la cuvette peut être horizontale (arrière ou latérale) ou verticale. Laisser de la latitude sur les dimensions permet généralement de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi.

→ **État et degré d'usure accepté**. Il est important que les cuvettes ne comportent ni fissures ni brisures majeures susceptibles d'endommager leur étanchéité. Selon les cas, il est par contre possible de s'accommoder de traces d'usure superficielle, de traces légères de calcaire ou de tartre, des taches mineures.

→ **Volume de chasse**. Certains contextes exigent des performances spécifiques à cet égard. Le standard actuel est de prévoir un volume général de 6 litres et un système chasse réduite de 3 litres. De manière générale, il est intéressant de chercher à diminuer la consommation d'eau des toilettes. Dans certains cas, il est envisageable de remplacer le mécanisme de chasse voire le réservoir complet d'un équipement plus ancien, qui ne répondrait plus à ces exigences. Il existe des dispositifs professionnels équivalents au principe low-tech de la brique ou de la bouteille pleine placée dans le réservoir. Il s'agit toutefois de s'assurer de la faisabilité et de l'opportunité d'une telle opération - en tenant notamment compte du diamètre et de la pente des canalisations en aval. Le cas échéant, il s'agit de décrire précisément les opérations attendues dans le cahier des charges.

→ **Accessoires**. Bien préciser dans le cahier des charges tous les éléments qui, le cas échéant, doivent être prévus par l'entreprise pour remplacer ou adapter des systèmes de toilettes existantes. Parmi les pièces susceptibles d'être livrées en neuf, on peut mentionner : abattant, réservoir, couvercle de réservoir, bâti-support, plaque de commande, mécanisme de chasse, robinet flotteur, cloche et bassin de cloche, tirette ou bouton poussoir, joints d'étanchéités (réservoir, cloche, évacuation, etc.), coude de chasse, robinet d'alimentation, etc. Pour chaque accessoire, il s'agit de s'assurer de la compatibilité avec le système existant. Cette étape est facilitée lorsque la documentation technique est disponible. Certains accessoires sont parfois disponibles auprès des revendeurs de réemploi professionnels. Pour les modèles les plus récents, les sanitaireistes professionnels sont généralement en mesure de proposer des accessoires compatibles. A titre indicatif, certains fabricants de toilettes neuves préconisent le remplacement de l'abattant, du mécanisme de chasse et du robinet flotteur tous les 5 ans, et le remplacement des joints d'étanchéité au bout de 10 ans.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au produit. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du produit et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive). Pour des équipements récents, il est généralement possible de retrouver la documentation technique d'origine à l'aide de la marque et du modèle.



*Le **tressillage** ou **faiçage** désigne le phénomène responsable de l'apparition d'un ensemble de fissures capillaires dans l'émail. Celles-ci peuvent entraîner la pénétration des substances liquides à l'intérieur du tesson, provoquant l'apparition de taches durables et favorisant le développement d'agents pathogènes. Il est donc conseillé d'écartier les équipements présentant cette caractéristique.*

#### **Astuce conception !**

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir d'accepter plusieurs lots différents et de les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, prévoir un lot homogène par étage.*

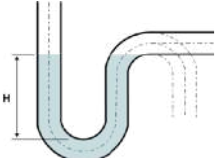

**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Un grand nombre de normes harmonisées européennes et de normes nationales établissent les exigences performantielles relatives aux différentes parties constitutives d'un système de toilettes (cuvette, réservoir, robinetterie de chasse, bâti-support, etc.). Nous nous concentrons ici sur les cuvettes et les réservoirs de toilettes récentes (~20 ans), en s'inspirant des caractéristiques établies par les normes harmonisées européennes EN 997 (*Cuvettes de WC et cuvettes à réservoir attachant à siphon intégré*) et EN 14055 (*Réservoirs de chasse d'eau pour WC et urinoir*). Bien que détaillées pour des matériaux neufs, leur contenu peut s'avérer utile pour envisager le réemploi des systèmes de toilettes.

Plusieurs performances associées aux toilettes de réemploi peuvent être évaluées en condition d'installation (avant démontage). Cette situation se rencontre rarement, et les éventuelles adaptations (par exemple : remplacement d'un réservoir de 6 ou 9 litres par un modèle à faible consommation d'eau ou modification du mécanisme de chasse) peuvent fortement affecter les performances de l'équipement.

Pour répondre aux normes d'usage, il est recommandé d'opter pour des équipements sanitaires de réemploi récents (moins de 20 ans), et pour lesquels aucune adaptation majeure n'est à envisager. En effet, les réglementations s'appliquant aux sanitaires ont peu évolué ces dernières années. Les sanitaires issus des immeubles de bureaux répondent par exemple souvent à ces critères. Il est donc plus facile de retrouver les documentations techniques et ainsi valider leurs performances.

Veuillez noter l'existence de normes spécifiques dédiées à la robinetterie de chasse (EN 14124, EN 12541, EN 1509). Les bâtis-support pour cuvettes suspendues ne font pas l'objet de normes harmonisées. De manière générale, le réemploi de ces accessoires est plutôt rare et doit être envisagé sur base de l'avis d'un sanitariste professionnel.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Capacité du réservoir et volume de chasse</b>	<p>La capacité du réservoir et le volume de chasse déterminent la quantité d'eau libérée en fonctionnement. Afin de réduire la consommation d'eau, les normes sur les équipements de toilettes ont évolué vers la fin du 20<sup>e</sup> siècle. La capacité du réservoir s'est réduite (max 9 litres) et des systèmes économiseurs de chasse ont fait leur apparition (3.5 à 6 litres en chasse complète et 2 à 4 litres en chasse réduite). Ces modifications se sont accompagnées par des évolutions technologiques dans la conception des cuvettes et des mécanismes de chasse.</p> <p>En l'absence de documentation, il est possible d'approximer ces volumes pour les toilettes en fonctionnement par des manipulations de volumes.</p> <p>Si besoin, il est possible de prévoir le remplacement des réservoirs et des mécanismes de chasse, voire même le passage en chasse directe (sans réservoir) d'un système de toilette plus ancien. Cette opération doit toutefois tenir compte des paramètres suivants : débit de rinçage, efficacité du rinçage, compatibilité des éléments, débit du trop-plein, débit et pression d'alimentation, pente et dimensions des canalisations d'évacuation, forme et design de la cuvette, prescriptions nationales et régionales selon le réseau d'égouttage en place, etc.</p>
<b>Hauteur de la garde d'eau</b>	<p>La garde d'eau est un bouchon hydraulique qui reste dans le siphon après rinçage afin d'éviter la remontée des odeurs provenant des canalisations d'évacuation. La hauteur de la garde d'eau ne doit pas être inférieure à 50 mm. Cette caractéristique peut être évaluée en condition d'usage.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div>
<b>Caractéristique fonctionnelle - rinçage et évacuation</b>	<p>Le rinçage doit être effectif sur les parois intérieures de la cuvette. Un contrôle visuel en condition d'installation permet d'évaluer cette performance. Pour les cuvettes munies d'une bride, il convient de s'assurer que les trous n'ont pas été bouchés par le tartre. Le cas échéant, un nettoyage spécifique est alors recommandé.</p> <p>Le rinçage ne doit pas provoquer d'éclaboussures à l'extérieur de la cuvette. Il doit permettre l'évacuation des résidus liquides et solides sans débordement hors de la cuvette. Il est envisageable de s'assurer de la bonne qualité du rinçage en procédant à des tests, décrits dans la norme EN 997, au moyen de particules de sable, de papiers ou de liquides colorés dans une cuvette en fonctionnement.</p>
<b>Caractéristique fonctionnelle - absorption d'eau</b>	<p>Les cuvettes de WC en céramique sanitaire de réemploi ne doivent pas absorber d'eau. La présence de fissures, d'éclats ou de signes de tressailage aux endroits de l'émail qui sont en contact avec l'eau influencent négativement cette performance.</p> <p>Cette caractéristique peut être évaluée par une inspection visuelle des surfaces fonctionnelles des cuvettes, en utilisant une source lumineuse appropriée. Certaines imperfections peuvent être réparées.</p> <p>L'expérience montre que les cuvettes en acier inoxydable satisfont généralement à ces exigences.</p>





Caractéristiques	Commentaires
<b>Caractéristique fonctionnelle - résistance à la charge</b>	<p>Cette caractéristique concerne principalement les équipements suspendus. Il est envisageable de la tester en condition d'installation en y appliquant une charge statique (e.a. charge de 150 à 400 kg pendant 1h). La cuvette et le couvercle ne doivent pas se fissurer, s'effondrer ou présenter de déformation permanente.</p> <p>L'expérience montre que les cuvettes sur pied en céramique sanitaire ne présentant pas de défaut à la suite de leur premier usage peuvent être présumées satisfaire à cette exigence.</p>
<b>Étanchéité</b>	<p>L'étanchéité concerne les raccords, les fixations et le clapet de vidange (cloche). Une inspection visuelle détaillée des équipements installés permet d'évaluer cette performance. Le cas échéant, le remplacement de certaines pièces défectueuses est envisageable.</p>
<b>Fiabilité du robinet</b>	<p>Le robinet flotteur doit alimenter le réservoir lorsque celui-ci est vide et se couper lorsque le volume nominal est atteint. Des spécifications particulières sont applicables à la robinetterie de chasse (pression d'admission, clapet anti-retour, étanchéité, débit d'admission, matériaux, endurance de fonctionnement, etc.). Ces paramètres sont difficiles à vérifier sur les équipements de réemploi.</p> <p>La principale conséquence d'une défaillance du robinet flotteur est d'entraîner un gaspillage d'eau (chasse qui coule). Ceci peut être détecté à l'œil nu, à l'oreille (un mécanisme grippé émet un sifflement) ou par un suivi des consommations. La plupart des défaillances courantes peuvent être résolues par le nettoyage du système ou le remplacement des pièces défectueuses (notamment les joints d'étanchéité).</p>
<b>Abattant</b>	<p>Pour des cuvettes ne disposant plus de leur abattant et couvercle d'origine, ou si ces derniers sont trop abîmés, il convient de prévoir le remplacement de cette pièce par un modèle compatible, éventuellement équipé d'un système de fermeture lente (soft-closing).</p> 
<b>Performance acoustique</b>	<p>Les bâti-supports peuvent disposer de panneaux en polystyrène permettant de limiter le bruit créé par la chasse en fonctionnement. La conception et la mise en œuvre de l'équipement, de la robinetterie et des canalisations influencent également le niveau sonore de l'installation.</p>
<b>Aptitude au nettoyage - résistance aux produits chimiques</b>	<p>La surface des équipements sanitaires doit résister aux produits chimiques et de nettoyage courants. L'expérience montre que les cuvettes fabriquées en céramique sanitaire et en acier inoxydable satisfont à cette exigence. A noter que l'eau de Javel (et les produits chlorés en général) ne sont pas recommandées pour le nettoyage des équipements en acier inoxydable.</p>



Chiro Itterbeek (BE) © Rotor



Bureaux de VLA-architecture (BE) © Sophie Boone



**Disponibilité**

Les cuvettes de WC en céramique sont des produits assez courants sur le marché du réemploi. Leur disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	Lot de 1 pièce
Occasionnel	Lot de 2 à 20 pièces identiques
Rare	Lot > 20 pièces identiques

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon les modèles, les matériaux et le fabricant d'origine. Quelques prix constatés pour clients particuliers :

→ *Fourniture* :

- Cuvette sur pied + réservoir : 15 à 150 € / unité
- Cuvette suspendue + bâti-support : 100-130 € /unité

→ *Coût de la dépose* : environ 35-50 € /unité

→ *Service de nettoyage spécifique* : 10-20 € / unité

Il convient toutefois de budgétiser également le remplacement des pièces absentes ou défectueuses.

Même en tenant compte de ces opérations spécifiques aux logiques de réemploi, les équipements de toilette sont généralement compétitifs par rapport aux produits neufs, en particulier pour les modèles de milieu et de haut de gamme.

**Substances dangereuses et précautions**

A notre connaissance, aucune matière dangereuse n'est susceptible d'être présente dans les équipements de toilette de réemploi.

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./UP
Base de données INIES (FR) – Donnée générique *	173
AFISB (Association Française des Industries de la Salle de Bain) – Déclaration collective **	79,2
AFISB (Association Française des Industries de la Salle de Bain) – Déclaration collective ***	55,1

\* Valeur indicative pour UP (Unité de Produit) = pack WC (cuvette et réservoir) en céramique (porcelaine vitrifiée) de gamme standard pour une durée de vie de référence de 20 ans. Mécanisme et abattant inclus.

\*\* Valeur indicative pour UP (Unité de Produit) = pack WC (cuvette et réservoir) en céramique (porcelaine vitrifiée) de gamme standard pour une durée de vie de référence de 20 ans. Pipe d'évacuation, robinet d'arrêt, mécanisme, robinet flotteur, abattant, joints et vis de fixation inclus.

\*\*\* Valeur indicative pour UP (Unité de Produit) = cuvette suspendue (sans bâti-support) en céramique (porcelaine vitrifiée) de gamme standard pour une durée de vie de référence de 20 ans. Pipe d'évacuation, robinet d'arrêt, mécanisme, robinet flotteur, abattant, joints et vis de fixation inclus.



Selon les sources, réutiliser une cuvette de WC de gamme standard permet de prévenir la production de ~ 55 à ~174 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication d'équipements neufs (phase de production uniquement). À titre comparatif, ceci correspond aux émissions provoquées par une petite voiture diesel lors d'un trajet de ~330 à ~1040 km.

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.





### Description de l'élément

**Les urinoirs se retrouvent fréquemment dans les installations sanitaires de bâtiments publics (plus rarement dans des habitations). Comparés à des cabines de WC traditionnelles, ils permettent un gain d'espace et une utilisation plus rapide, ainsi qu'une certaine économie d'eau. Les modèles les plus fréquents sont en céramique sanitaire émaillée, en porcelaine vitrifiée, en acier inoxydable ou en matériaux de synthèse.**

Les urinoirs se déclinent sous de multiples formes et modèles. Cette fiche se concentre surtout sur les urinoirs suspendus et d'origine relativement récente (à partir du milieu du 20<sup>ème</sup> siècle). Elle n'aborde pas explicitement des types d'urinoirs plus anciens, tels les anciennes stalles d'urinoirs, également disponibles sur le marché des matériaux antiques. La fiche n'aborde pas non plus des modèles d'urinoirs très récents, tels que les urinoirs sans eau ou munis d'un système à cartouche, qui, à notre connaissance, sont encore peu fréquents sur le marché du réemploi.

On peut distinguer les types d'urinoirs couverts par cette fiche selon leurs modes de rinçage :

- les **urinoirs à action siphonique**. La cuvette est entourée d'une bride qui assure un rinçage complet. Un siphon spécifique assure quant à lui l'évacuation. Ces modèles ont généralement une consommation d'eau plus élevée (0,5 l/s) et des canalisations d'un plus large diamètre.
- les **urinoirs à effet d'eau**. La cuvette est rincée partiellement au moyen d'un diffuseur spécifique à chaque modèle. L'évacuation est équipée d'un siphon classique. La consommation d'eau est généralement plus faible (0,15 l/s) et les conduites d'alimentation et d'évacuation sont d'un diamètre plus étroit.

Outre la cuvette, le bon fonctionnement d'un urinoir dépend également de tous ses accessoires : l'alimentation en eau (en flux direct ou avec un réservoir), le dispositif d'alimentation (apparent, intégré ou encastré, mécanique ou automatique, synchronisé ou non avec d'autres urinoir, etc.), la grille ou la bonde d'évacuation (indépendante ou non de la cuvette), le siphon (apparent ou encastré) ou encore la tuyauterie d'alimentation et d'évacuation. Selon leur état, ces pièces peuvent être réemployées (éventuellement

après un nettoyage ou une réparation). Au besoin, elles peuvent être remplacées.

Les dépôts de matière et le caractère visiblement usé d'un urinoir ont également une influence sur l'appréciation des futurs usagers. Heureusement, des procédés de nettoyage permettent souvent de donner une seconde jeunesse à ces équipements.

Plus largement, les urinoirs présentent de beaux avantages pour le réemploi. Les possibilités d'entretien et la durabilité des éléments en céramique expliquent leur présence stable sur le marché du réemploi. Par ailleurs, l'installation des urinoirs est régie par des normes nationales et européennes portant entre autres sur les dimensions du raccordement d'eau et de l'évacuation, la consommation d'eau et les procédures d'installation. Celles-ci ont toutefois peu évolué au cours des 20 dernières années. Aussi peut-on présumer que des systèmes d'urinoirs installés il y a moins de 20 ans répondront dans les grandes lignes aux exigences actuelles. Des équipements plus anciens peuvent également y répondre. Dans tous les cas, il est nécessaire de s'en assurer et, le cas échéant, de prévoir les adaptations nécessaires.

L'évolution des usages pourrait toutefois impacter la demande pour ces équipements dans un futur proche puisque de plus en plus de bâtiments publics optent désormais pour des toilettes non genrées.



Stalle d'urinoir



Urinoir suspendu à action siphonique, avec bride, alimentation apparente par le dessus et bonde intégrée



Urinoir suspendu à action siphonique sans bride



Urinoir suspendu à effet d'eau, diffuseur et bonde métallique, alimentation et évacuation apparente. © [backacia.com](http://backacia.com)



Les installations collectives peuvent être complétées par des séparateurs d'urinoirs, qui se prêtent également bien au réemploi



## Récupération de l'élément

**Généralement aisés à démonter, les urinoirs sont de bons candidats au réemploi, soit sur site, soit via les filières professionnelles de revendeurs de matériaux.**

Le potentiel de réemploi dépend principalement du modèle, des quantités et de l'état général du lot. Les sanitaires issus des équipements collectifs (école, bureaux, etc.) peuvent s'avérer intéressants puisqu'ils offrent la possibilité de constituer de grands lots d'équipements identiques.

→ *Evaluation du potentiel.* Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au modèle, au fabricant, aux quantités, aux dimensions, etc. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : les appareils sont-ils endommagés (fêlures, crevasses, fissures, rayures, etc.) ? **Un appareil fissuré ne doit pas être réemployé.** Les équipements sont-ils encrassés (calcaire, tartre, moisissure) ?
- l'état des accessoires : le dispositif de rinçage est-il fonctionnel ? Est-il nettoyable ou remplaçable ? Dans quel état se trouvent les joints d'étanchéité, le siphon, etc. ?
- l'intérêt commercial, selon la marque, le modèle, la quantité ou encore le potentiel de revente.
- les dispositions logistiques, notamment les délais, la manutention et l'organisation du transport.

→ *Dépose.* Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité de l'installation, de l'équipement et des accessoires dont on envisage le réemploi. Si l'installation est encore alimentée en eau, il est conseillé de procéder à un pré-nettoyage. Il convient ensuite de couper l'alimentation d'eau avant de procéder au démontage. Certains dispositifs de rinçage peuvent être alimentés électriquement (le plus souvent sur piles ou batteries, et parfois directement sur secteur). Il est nécessaire de s'assurer de leur mise hors tension avant le démontage.

Les cuvettes sont désolidarisées des supports de fixations et des dispositifs d'alimentation et d'évacuation. Un joint de mastic ou une couche d'isolant phonique peuvent être présents entre l'équipement et son support. Les dispositifs de rinçage encastrés peuvent présenter plus de complications au démontage que les modèles apparents.

S'ils sont récupérés, les accessoires fonctionnels (dispositif de rinçage et de vidage, bâtis-support, etc.) doivent être correctement démontés et répertoriés. Les abattants peuvent être maintenus en place et fixés au moyen de ruban adhésif pour éviter qu'ils ne bougent lors du transport. Il est conseillé de documenter le principe de fixation des éléments spécifiques afin de faciliter leur repose ultérieure. Une fois démontés, les urinoirs seront correctement vidangés, triés par qualités, couleurs et dimensions et conditionnés de telle sorte à éviter les coups et les brisures.

Les siphons récents (en plastique ou en alliage) sont théoriquement récupérables à condition d'être nettoyés en profondeur. Alternativement, ils peuvent être remplacés par des pièces compatibles.

→ *Stockage.* Il est conseillé de disposer les urinoirs de façon à ce que leur face de pose repose sur un support souple, d'éviter les débordements de palettes, et de prévoir des protections intercalaires, un sanglage et éventuellement un film d'emballage. Une fois nettoyés et prêts à être remis en œuvre, les éléments seront stockés de préférence à l'abri de l'eau et de la poussière.

### Relevés techniques

*Si aucune documentation technique n'est disponible pour l'équipement, il peut être utile de relever certaines indications avant ou pendant la dépose afin de faciliter la remise en œuvre : diamètre des tuyauteries d'alimentation et d'évacuation, débit et volume de chasse (parfois notés sur l'équipement), numéros de références, etc.*



Evaluation du potentiel



Dépose des urinoirs



Stockage des urinoirs



→ **Traitements/entretien/nettoyage.** Les urinoirs de réemploi récents sont généralement vendus sans aucun autre traitement qu'un nettoyage superficiel à l'eau savonneuse voire à l'eau de Javel (proscrit sur les urinoirs en acier inoxydable). Un détartrant ou du vinaigre sont parfois utilisés pour éliminer les incrustations les plus visibles.

Certains professionnels proposent un nettoyage et une désinfection en profondeur des équipements en céramique en vue d'éliminer les dépôts coriaces (calcaire, tartre, mortier, peinture, mastic, etc.). Après avoir retiré les accessoires en métal et en matières synthétiques, les appareils sont trempés dans une solution acide spécifique avant d'être lavés sous pression puis rincés. En raison de son coût additionnel, ce procédé est surtout intéressant pour les urinoirs de milieu et de haut de gamme.

Si des coups superficiels affectent la couche d'émail, il est possible d'effectuer des réparations ponctuelles à l'aide d'un produit spécifique. Ces réparations resteront toutefois visibles. Des kits prêts à l'usage se trouvent facilement dans le commerce.

Dans tous les cas, il est conseillé de ne pas utiliser de produits abrasifs ni d'objets métalliques pour éliminer les salissures au risque de détériorer la couche de surface.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires doivent être prises lors du transport et de la livraison en vue de limiter les coups et les éraflures (protections intercalaires, protections des coins, sanglage des palettes, etc).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

#### Vérification de l'état de l'émail

Il est envisageable de tester l'état de la couche d'émail au moyen d'un marqueur à l'alcool : s'il s'efface facilement, l'émail est encore en bon état, dans le cas contraire, l'émail est probablement devenu « poreux ».



Email poreux vs émail en bon état



Traces de tartre au niveau de la bride, avant nettoyage



Dispositif d'évacuation partiellement nettoyé



Traces de tartre au niveau de la bride, après nettoyage



Dispositif d'évacuation encrassée





### Applications et mise en œuvre

**Sur le principe, la remise en œuvre des urinoirs de réemploi ne diffère en rien de celle des urinoirs neufs. Elle doit répondre aux mêmes exigences d'usage, notamment - selon les cas de figure - en ce qui concerne les propriétés et l'état du support (sol ou mural), la hauteur de pose, les produits et techniques de pose et de jointoiement, les raccordements et la plomberie, le volume de chasse, le système de déclenchement de la chasse, l'étanchéité, la robinetterie, l'évacuation des eaux usées, l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite ou aux enfants, la fréquence d'utilisation, la consommation d'eau, les mesures d'entretien spécifiques, la sécurité au vandalisme, l'isolation phonique, etc. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (notamment EN 13407), aux règles de l'art en vigueur et aux normes de mise en œuvre.**

Pour faciliter l'intégration des éléments de réemploi, le prescripteur veille à formuler ses attentes vis-à-vis des caractéristiques suivantes.

→ **Types et dimensions** des équipements. Par exemple, dispositif de rinçage (apparent, intégré ou encastré), avec ou sans bride, etc. Laisser de la latitude sur les dimensions permet généralement de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi.

→ **État et degré d'usure accepté**. Il est important que les urinoirs ne comportent ni fissures ni brisures majeures susceptibles d'endommager leur étanchéité. Selon les cas, il est par contre possible de s'accommoder de traces d'usure superficielle, de traces légères de calcaire ou de tartre ou des taches mineures.

→ **Volume de chasse**. Certains contextes exigent des performances spécifiques à cet égard. Il conviendra de vérifier que les volumes de chasse des urinoirs soient raisonnables et conformes aux normes environnementales en vigueur. Le standard actuel est de prévoir un volume de chasse maximal de 5 litres d'eau par utilisation. Dans les faits, cette quantité varie sensiblement d'un sys-

tème à l'autre et certains urinoirs à faible débit permettent de n'utiliser qu'un seul litre d'eau par chasse. Le volume de rinçage doit assurer un bon nettoyage tout en empêchant le colmatage du système d'égouts (voir normes spécifiques). Dans certains cas, il est envisageable de remplacer le mécanisme de chasse d'un équipement plus ancien qui ne répondrait plus à ces exigences. Il s'agit toutefois de s'assurer de la faisabilité et de l'opportunité d'une telle opération - en tenant notamment compte du diamètre et de la pente des canalisations en aval. Le cas échéant, il s'agit de décrire précisément les opérations attendues dans le cahier des charges.

→ **Accessoires**. Bien préciser dans le cahier des charges tous les éléments qui, le cas échéant, doivent être prévus par l'entreprise pour remplacer ou adapter des systèmes de toilettes existantes. Parmi les pièces susceptibles d'être livrées en neuf, on peut mentionner : bâti-support, armatures de commande, mécanisme de chasse, manchette de raccordement, coupe-air ou siphon, bouton poussoir, joints d'étanchéité, abattant, etc. Pour chaque accessoire, il s'agit de s'assurer de la compatibilité avec le système existant. Cette étape est facilitée lorsque la documentation technique est disponible. Certains accessoires sont parfois disponibles auprès des revendeurs de réemploi professionnels. Pour les modèles les plus récents, les sanitaires professionnels sont généralement en mesure de proposer des accessoires compatibles.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de vente peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au produit. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du produit et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive). Généralement, il est également possible de retrouver la documentation technique du fabricant à l'aide de la marque et du numéro du modèle si l'équipement est suffisamment récent.

### Astuce conception !

*Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, le prescripteur peut choisir d'accepter plusieurs lots différents et de les répartir de façon organisée dans le bâtiment. Par exemple, prévoir un lot homogène par étage.*



*Le tressillage ou faïencage désigne le phénomène responsable de l'apparition d'un ensemble de fissures capillaires dans l'émail. Celles-ci peuvent entraîner la pénétration des substances liquides à l'intérieur du tessou, provoquant l'apparition de tâches durables et favorisant le développement d'agents pathogènes. Il est donc conseillé d'écarter les équipements présentant cette caractéristique.*



Chiro Itterbeek (BE) © Rotor



## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Un grand nombre de normes harmonisées européennes et de normes nationales établissent les exigences performantielles relatives aux différentes parties constitutives des systèmes d'urinoir (cuvette, robinetterie de chasse, dispositifs de vidage, bâti-support, etc.). Nous nous concentrons ici sur les **urinoirs suspendus récents** (~20 ans), en s'inspirant des caractéristiques établies par la norme harmonisée européenne EN 13407 (*Urinoirs muraux en céramique sanitaire émaillée ou en acier inoxydable*). Bien que détaillée pour des produits neufs, son contenu peut s'avérer utile pour envisager le réemploi des systèmes d'urinoirs.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Caractéristiques dimensionnelles</b>	Dans le cas des équipements récents (~20 ans), on peut supposer que, dans la plupart des cas, les dimensions de raccordement sont conformes à la norme EN 80 ( <i>Urinoirs muraux - Cotes de raccordement</i> ).
<b>Caractéristique relative à la chasse - Hauteur de la garde d'eau</b>	<p>Les urinoirs sont généralement définis selon leur mode de fonctionnement (à action siphonique ou à effet d'eau, avec ou sans bride, avec ou sans siphon spécifique). Il convient de se référer aux documents techniques d'origine ou aux informations techniques relevées lors de la dépose afin de s'assurer de la compatibilité de tous les éléments.</p> <p><i>Exemple 1</i> : selon les modèles, les urinoirs à effet d'eau nécessitent généralement un volume de chasse compris entre 0,5 et 5 L pour un débit <math>\leq 0,2</math> l/s. Les tuyauteries d'arrivée et d'évacuation peuvent être de plus faible diamètre - mais doivent tenir compte du risque d'entartrage. Pour une efficacité accrue et un volume de chasse similaire, les urinoirs à action siphonique nécessitent quant à eux un débit d'environ 0,5 l/s et des tuyauteries de diamètre plus élevé.</p> <p><i>Exemple 2</i> : la garde d'eau est un bouchon hydraulique qui reste dans le siphon après rinçage afin d'éviter la remontée des odeurs provenant des canalisations. La hauteur de la garde d'eau ne doit pas être inférieure à 50 mm pour les urinoirs à action siphonique et 75 mm pour les urinoirs à effet d'eau. Au besoin, le siphon peut être remplacé.</p> <p>Dans tous les cas, les urinoirs muraux doivent fonctionner avec des dispositifs de rinçage et d'évacuation similaires à ceux spécifiés par le fabricant. La plupart des sanitaristes professionnels sont en mesure de vérifier l'adéquation des équipements.</p>
<b>Caractéristique relative à la chasse - Rinçage de la cuvette</b>	<p>Le rinçage doit être effectif sur les parois intérieures de la cuvette de l'urinoir. Un contrôle visuel en condition d'installation permet d'évaluer cette performance (au moyen de fine sciure de bois par exemple). A noter que les urinoirs à effet d'eau présentent généralement un rinçage sur seulement une partie de la surface (selon l'orientation et le niveau d'encrassement du diffuseur) tandis que les urinoirs à action siphonique avec bride doivent normalement assurer un rinçage complet de la cuvette (consommation d'eau plus élevée).</p> <p>Le rinçage ne doit pas provoquer d'éclaboussures à l'extérieur de la cuvette. Il doit permettre l'évacuation des résidus (de diamètre inférieur aux trous de la bonde) sans débordement hors de la cuvette. Il est possible de s'assurer de la bonne qualité du rinçage en procédant à des tests au moyen de petites billes en plastique ou de liquides colorés dans une cuvette en fonctionnement.</p> <p>Par ailleurs, on peut présumer que si le rinçage de la cuvette d'un urinoir de réemploi n'était pas satisfaisant durant sa période d'usage, la cuvette présenterait des traces visibles d'usure. Une inspection visuelle permet alors de juger de cette performance.</p>
<b>Absorption d'eau</b>	<p>Les urinoirs en céramique sanitaire de réemploi ne doivent pas absorber d'eau. La présence de fêlures, d'éclats, d'angles aigus internes ou de signes de tressillage aux endroits de l'émail qui sont en contact avec l'eau influencent négativement cette performance.</p> <p>Cette caractéristique peut être évaluée par une inspection visuelle des surfaces fonctionnelles des cuvettes, en utilisant une source lumineuse appropriée. Certaines imperfections peuvent être réparées. L'absorption d'eau peut également être déterminée par la méthode d'essai décrite dans la norme EN 13407+A1 pour les urinoirs en céramique émaillée.</p> <p>L'expérience montre que les urinoirs en acier inoxydable satisfont à ces exigences.</p>
<b>Résistance aux produits chimiques</b>	La surface des urinoirs doit résister aux produits chimiques et de nettoyage courants. L'expérience montre que les cuvettes fabriquées en céramique sanitaire et en acier inoxydable satisfont à cette exigence. A noter que l'eau de Javel (et les produits chlorés en général) ne sont pas recommandés pour le nettoyage des équipements en acier inoxydable.



Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance à la charge</b>	Cette caractéristique détermine la solidité des urinoirs suspendus en phase d'usage. Il est possible de tester cette condition d'installation en montant l'urinoir sur une surface verticale lisse et en y appliquant une charge statique (par exemple : charge de 100 kg pendant 1h sur le milieu de la bride). L'urinoir ne doit alors pas se fissurer, se détacher du mur ou présenter de déformation permanente. A noter que cette performance est dépendante des propriétés du support et des moyens de fixations utilisés.
<b>Fiabilité du dispositif de rinçage (robinet)</b>	Des spécifications particulières sont applicables à la robinetterie de chasse (pression d'admission, caractéristiques hydrauliques, étanchéité, débit d'admission, matériaux, endurance de fonctionnement, caractéristiques électriques et acoustiques, etc.). Ces paramètres peuvent être difficiles à vérifier sur les équipements de réemploi.  Les principales conséquences d'une défaillance de la robinetterie sont un gaspillage d'eau (chasse qui coule ou qui se déclenche inopinément) et une mauvaise efficacité de rinçage (débit ou volume trop faible). Ces défaillances peuvent, selon les cas, être évaluées partiellement sur les équipements en fonctionnement (avant la dépose par exemple). Au besoin, la robinetterie peut être remplacée.
<b>Substances dangereuses</b>	Les équipements doivent être exempts de substances dangereuses. A notre connaissance, aucune matière dangereuse n'est susceptible d'être présente dans les équipements d'urinoirs de réemploi, si ce n'est dans les piles et les batteries des dispositifs de rinçage automatique.

**Disponibilité**

Les urinoirs sont des produits assez courants sur le marché du réemploi. Leur disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	Lot de 1 pièce
Occasionnel	Lot de 2 à 20 pièces identiques
Rare	Lot > 20 pièces identiques

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon les modèles, les matériaux et le fabricant d'origine. Quelques prix constatés :

- Fourniture : 15 à 150 € /unité
- Séparateur d'urinoirs : 40 à 150 € /unité
- Coût de la dépose : environ 35 à 50 €/unité
- Service de nettoyage spécifique : 10 à 20 €/unité

Il convient toutefois de budgétiser également le remplacement des pièces absentes ou défectueuses.

Même en tenant compte de ces opérations spécifiques aux logiques de réemploi, les équipements d'urinoirs sont généralement compétitifs par rapport aux produits neufs, en particulier pour les modèles de milieu et de haut de gamme.

**Trouver des prestataires spécialisés**

[salvoweb.com](http://salvoweb.com)      [opalis.eu](http://opalis.eu)

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./UP
Base de données INIES (FR) – Donnée générique *	50,1
Geberit – Déclaration individuelle **	42,6

\* Valeur indicative par UP (Unité de Produit) = urinoir en céramique (porcelaine vitrifiée) de gamme standard pour une durée de vie de référence de 20 ans. Bouton poussoir, bonde, siphon et joints **inclus**.

\*\* Valeur indicative par UP (Unité de Produit) = urinoir en céramique (porcelaine vitrifiée) de gamme standard de 16 kg pour une durée de vie de référence de 20-25 ans. Bouton poussoir, bonde, siphon et joints **exclus**.



Selon les sources, réutiliser un urinoir suspendu de gamme standard permet de prévenir la production de ~ 42,6 à ~50,1 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication d'équipements neufs (phase de production uniquement). À titre comparatif, ceci correspond aux émissions provoquées par une petite voiture diesel lors d'un trajet de ~250 à ~300 km.



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



**Description de l'élément**

**L'usage de vasques pour les soins corporels et l'hygiène est attesté dans de nombreuses cultures à travers le temps. C'est toutefois le développement progressif des infrastructures d'alimentation en eau courante et d'évacuation des eaux usées dans les grandes villes au cours du 19<sup>ème</sup> siècle qui signe la naissance des lavabos modernes. Étroitement connectés à ces réseaux, ils occupent désormais une place fixe dans les bâtiments.**

Vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les lavabos se couvrent volontiers d'une grande variété de motifs. De nombreux fabricants proposaient alors de personnaliser des modèles standards en offrant une large gamme de motifs décoratifs. Ce goût pour l'ornementation cède progressivement la place à des modèles aux lignes et à l'aspect plus épurés dans la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle.

On continue à trouver aujourd'hui une large variété de lavabos, caractérisés par :

→ Leur **matérialité** : céramique sanitaire (porcelaine vitrifiée ou grès émaillé), tôle d'acier, fonte émaillée, inox ou encore matières synthétiques (acrylique, résines, etc.).

→ Leur **système d'accroche** : suspendus, sur colonne, posés ou encastrés dans un meuble ou un plan de travail.

→ Leurs **usages** : domestique ou collectif, une ou plusieurs cuves.

→ Leurs **formes, aspect et couleurs**.

→ Leurs **connexions** à la plomberie : présence ou non d'un trop-plein, présence ou non d'un ou plusieurs trous pour la robinetterie, dimensions de la bonde, fermeture manuelle (bouchon) ou mécanique (clapet à tirette), etc.

La présente fiche se concentre sur des lavabos récents issus de bâtiments domestiques et collectifs. Loin d'être les seuls modèles disponibles sur le marché du réemploi (pensons par exemple aux lavabos antiques), ils y sont tout de même assez fréquents. Leur relative facilité d'entretien et leur durabilité en font de bons candidats au réemploi. À cela s'ajoute le fait que les normes européennes pour les pièces sanitaires ont peu changé au cours des 20 dernières années, ce qui facilite leur intégration à de nouvelles installations.

Par extension, les principes généraux décrits dans cette fiche peuvent également s'appliquer au réemploi de lave-mains (lavabos de petites dimensions souvent destinés aux WC), de vidoirs (destinés à recueillir les eaux résiduaires ou de nettoyage) et de bidets (destinés au lavage des organes génitaux en position assise). La présente fiche ne couvre pas la robinetterie qui, selon les cas, peut être conservée en l'état, restaurée ou remplacée. De manière générale, les éléments de plomberie vieillissent mal, c'est pourquoi les éléments sanitaires de réemploi sont souvent ré-installés avec de la plomberie et de la robinetterie neuve.



*Lavabo suspendu : fixé par des chevilles, pattes de suspension ou consoles latérales*



*Lavabo domestique à double cuve*



*Lavabo collectif en inox*



*Vidoirs*



*Lavabo sur colonne : reposant sur un support central profilé*



*Lavabo posé ou encastré : dans un meuble ou sur un plan de toilette (encastrement par le dessus ou par le dessous)*



### Récupération de l'élément

Généralement aisés à démonter, les lavabos peuvent être réutilisés sur site ou récupérés par des revendeurs professionnels. L'intérêt des revendeurs pour ces éléments dépendra fortement du modèle, des quantités et de l'état général du lot en question. De grands lots de pièces identiques, tels qu'on peut les retrouver dans des équipements collectifs (écoles, bureaux, etc.), sont généralement appréciés. Cela dit, des lots plus petits de pièces de caractère peuvent également susciter l'intérêt des professionnels.

→ *Evaluation du potentiel.* Un « œil expert » permet généralement d'estimer le potentiel de maintien et de réemploi à l'occasion d'une visite sur place ou sur base de photos et d'informations techniques relatives au fabricant, au modèle, aux dimensions. Les points d'attention sont entre autres :

- l'état général : les appareils sont-ils endommagés (fêlures, crevasses) ? L'étanchéité est-elle compromise ? Les équipements sont-ils encrassés (calcaire, tartre, moisissure) ? La couche de revêtement est-elle en bon état ?
- l'état des accessoires (bonde, colonne, supports de fixation, joints d'étanchéité, etc.) et, le cas échéant, les possibilités de remplacement.
- l'intérêt commercial selon le modèle, la quantité, le potentiel de maintien ou de revente, la facilité de nettoyage et d'entretien...
- les dispositions logistiques (délai, temps de travail, manutention, transport, etc.).

→ *Dépose.* Le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité de l'installation, de l'équipement et de ses accessoires. Il convient de couper préalablement l'alimentation en eau. Les accessoires fonctionnels et les supports de montage spécifiques doivent être correctement répertoriés. Il est conseillé de documenter le principe de fixation afin de faciliter la repose. Les lavabos sont triés par qualités, couleurs et dimensions. Ils sont conditionnés de façon à éviter les coups et les brisures. Par exemple : stockage sur la tranche et sur un support souple, éviter les points d'appui sur de la robinetterie non démontée et usage de protections intercalaires.



Dépose de lavabos en vue de réemploi

→ *Stockage.* Il est préférable que les éléments soient stockés à l'abri de l'eau et de la poussière.

→ *Traitements/entretien/nettoyage.* En général, les lavabos de réemploi sont vendus sans autre traitement qu'un nettoyage superficiel au moyen d'un acide faible (par exemple : vinaigre) pour les traces de calcaire et de produits dégraissants classiques. Les traces de mastic et de mortier sont éliminées. Il est conseillé de ne pas utiliser de produits abrasifs ni d'objets métalliques pour éliminer les salissures, au risque de détériorer la couche de surface.

Certains professionnels proposent un nettoyage et une désinfection en profondeur des équipements en céramique, en vue d'éliminer les dépôts coriacés (tels que calcaire, tartre, mortier, peinture, mastic...). Après avoir retiré les accessoires métalliques, les appareils sont trempés dans une solution acide avant d'être lavés sous pression et rincés.

Si des coups superficiels affectent la couche d'émail, il est possible d'effectuer des réparations ponctuelles. Des kits prêts à l'usage se trouvent facilement dans le commerce.

→ *Transport et livraison.* Les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue d'éviter les coups et brisures (protections intercalaires, protections des coins, sanglage des palettes, etc).



Showroom fournisseur réemploi



Vidoir avant / après nettoyage approfondi



Élimination des restes d'adhésif

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

#### Vérification de l'état de l'émail

Il est envisageable de tester l'état de la couche d'émail au moyen d'un marqueur à l'alcool : s'il s'efface facilement, l'émail est encore en bon état, dans le cas contraire, l'émail est probablement devenu « poreux ».



Email poreux vs émail en bon état





### Applications et mise en œuvre

**La remise en œuvre des lavabos de réemploi ne diffère en rien de celle des lavabos neufs. Elle soulève les mêmes points d'attention, notamment : propriétés et état du support mural, hauteur de pose, adaptabilité aux personnes à mobilité réduite (PMR), produits et techniques de pose et de jointoiment, raccords et plomberie, étanchéité, robinetterie, délais de mise en œuvre, coûts, entretien spécifique, etc.**

Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 14296 et EN 14688) et aux règles de l'art en vigueur (et normes de mise en œuvre). Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des lavabos répondant aux caractéristiques suivantes.

→ **Types et dimensions.** Ils doivent correspondre aux besoins exprimés. Laisser de la latitude sur les dimensions permet généralement de faciliter la recherche d'un lot sur le marché du réemploi.

→ **État.** Les lavabos de réemploi ne doivent pas comporter de fissures ou de brisures majeures susceptibles d'endommager l'étanchéité de la cuve. Des altérations légères telles que des traces d'usure superficielle, des traces de calcaire ou des tâches n'affectent toutefois pas l'étanchéité de la cuve.

→ **Accessoires.** En cas de pièces usées ou défectueuses, il est nécessaire de s'assurer de la compatibilité des lavabos de réemploi avec la robinetterie et les accessoires de rechange (neufs ou de réemploi), à savoir : bouchon, clapet mécanique, mécanisme à tirette, moyens de fixation spécifiques, raccords, robinets d'arrêt et rosaces, trop-pleins externes, bonde et crépine ou encore garnitures d'écoulement avec siphon. Disposer de la documentation technique de la pièce originale peut faciliter ce travail. Pour les modèles récents, les sanitaristes professionnels sont généralement en mesure de proposer des accessoires compatibles.

Il convient d'être attentif en cas de changement de mode de pose. Par exemple, la plupart des lavabos suspendus n'ont pas été émaillés sur la face arrière et conviennent donc mal pour un usage en tant que vasque posée.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au produit. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du produit et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive). Pour des équipements récents, il est généralement possible de retrouver la documentation technique d'origine à l'aide de la marque et du modèle.



#### Astuce conception !

*Des changements de système robinetterie sont possibles mais doivent être précisément décrits aux exécutants. Il est par exemple faisable de passer d'un système à alimentations séparées vers un système à mitigeur. Il convient alors de prévoir des cache-trous pour obstruer les emplacements de fixation inutilisés.*



Réemploi de lavabo, projet privé (BE)  
© Sophie Boone



Réemploi de lavabos, Chiro Ifterbeek (BE)  
© Rotor



Réemploi de vidoirs, Bar Mono Le Terrain Vague, Paris (FR)  
© FAIRE AVEC architecture

**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Les normes harmonisées européennes EN 14688 et EN 14296 établissent les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des lavabos à usage domestique et à usage collectif. Bien que détaillées pour des produits neufs, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des lavabos de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Résistance à la charge</b>	Cette caractéristique détermine la solidité des équipements suspendus ou sur colonne en phase d'usage « selon les instructions du fabricant ». Dans le cas des lavabos de réemploi, il est envisageable de tester cette performance en condition d'installation (en l'absence d'instructions du fournisseur, se référer à l'expertise d'un sanitaire !) en y appliquant une charge statique (par exemple : 2 sacs de 50 kg posés sur le dessus des lavabos de dimension standards pendant 1h). Les lavabos ne doivent pas se fissurer, s'effondrer ou présenter une déformation permanente qui empêcherait l'évacuation de l'eau. Pour les bidets, il doit être envisagé une résistance à la charge de 400 kg (~ 4 kN) pendant 1h.
<b>Evacuation de l'eau</b>	Les équipements doivent présenter une forme du fond de la cuve adaptée pour une évacuation de l'eau sans stagnation lorsque la bonde est ouverte. Il est possible de s'en assurer en versant de l'eau dans la cuve des lavabos en condition d'utilisation. Cette caractéristique pourrait également être applicable au rebord du lavabo (par exemple au niveau des porte-savon intégrés).
<b>Résistance aux variations de température</b>	Les appareils sanitaires doivent résister aux chocs thermiques (changement de température de l'eau). L'expérience a montré que les lavabos fabriqués en céramique sanitaire, acier inoxydable, acier émaillé et verre satisfont à cette exigence.
<b>Résistance aux produits chimiques</b>	La surface des équipements sanitaires doit résister aux produits chimiques et de nettoyage courants. L'expérience a montré que les lavabos fabriqués en céramique sanitaire, acier inoxydable, acier émaillé et verre satisfont à cette exigence. A noter que l'usage d'eau de Javel (et produits chlorés en général) est particulièrement peu recommandé pour des équipements en acier inoxydable.
<b>Résistance à l'abrasion et à la rayure</b>	Cette caractéristique est principalement applicable aux équipements fabriqués en matières synthétiques (ex : acrylique). Dans le cas du réemploi, on peut estimer qu'un équipement qui a déjà servi ET qui ne présente pas d'abrasion/rayure (ET qu'on envisage de remettre en œuvre dans des conditions d'usage similaires) a en quelque sorte démontré sa capacité à résister à ces sollicitations. Cette déduction peut être évaluée sur base d'un examen visuel ou détaillé.
<b>Aptitude au nettoyage</b>	Cette caractéristique est principalement liée à l'aspect de la surface, à la forme et aux propriétés du matériau constitutif de l'équipement. De manière générale, des formes aux angles vifs sont moins aisées à nettoyer. De même, les matériaux poreux (certaines pierres, ciment) sont davantage sujets aux dépôts. Enfin, des défauts d'usure tels que des éclats dans la couche d'émail peuvent aussi compliquer le nettoyage. Une inspection visuelle attentive des surfaces peut déjà donner une indication précieuse de l'aptitude au nettoyage. Le cas échéant, certaines petites imperfections peuvent être réparées.
<b>Protection contre le débordement</b>	La présence d'un trop-plein doit permettre l'évacuation de l'eau, sans débordement, lorsque la bonde d'évacuation principale est fermée. La capacité du trop-plein dépend donc du débit d'alimentation. Il est envisageable d'évaluer cette capacité en condition d'utilisation. En absence de trop-plein, il est recommandé de s'assurer que le dispositif d'évacuation reste ouvert en permanence.



Le **tressillage** ou **faiencage** désigne le phénomène responsable de l'apparition d'un ensemble de fissures capillaires dans l'émail. Celles-ci peuvent entraîner la pénétration des substances liquides à l'intérieur du tesson, provoquant l'apparition de tâches durables et favorisant le développement d'agents pathogènes. Il est donc conseillé d'écartier les équipements présentant cette caractéristique.



**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

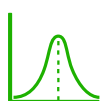
	kg CO <sub>2</sub> eq./UP	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de données INIES (FR) – Donnée générique – céramique émaillée *	104,0	-
Base de données INIES (FR) - Donnée collective AFISB - porcelaine blanche **	62,0	2,1
Base de données INIES (FR) – Donnée générique – acier émaillé ***	68,8	-
Base de données INIES (FR) – Donnée générique – matière synthétique ****	54,6	-

\* Valeur indicative par UP (Unité de produit) = Lavabo de gamme standard en céramique émaillée pour une durée de vie de référence de 20 ans. La robinetterie et les produits de vidange ne sont pas inclus.

\*\* Valeur indicative par UP (Unité de produit) = Lavabo sur colonne de gamme standard de 50 à 70 cm de largeur, en porcelaine (~30 kg) pour une durée de vie de référence de 20 ans. La robinetterie n'est pas incluse.

\*\*\* Valeur indicative par UP (Unité de produit) = Lavabo encastrable en acier émaillé (10 kg) pour une durée de vie de référence de 20 ans. La robinetterie n'est pas incluse.

\*\*\*\* Valeur indicative par UP (Unité de produit) = Lavabo encastrable en acrylique (8 kg) pour une durée de vie de référence de 20 ans. La robinetterie n'est pas incluse.



Selon les sources, réutiliser un lavabo de gamme standard permet de prévenir la production de ~55 à ~104 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de lavabos neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~328 à ~624 km effectué dans une petite voiture diesel.

**Disponibilité**

Les lavabos en céramique sont des produits assez courants sur le marché du réemploi. Leur disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	Lot de 1 pièce
Occasionnel	Lot de 2 à 10 pièces identiques
Rare	Lot > 10 pièces identiques

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des modèles différents dans chaque pièce).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient selon les modèles, les matériaux et le fabricant d'origine. Les lavabos design, lavabos sur pied aux lignes épurées des années 1950, lave-mains coloré des années 1970 sont très prisés.

Quelques prix constatés :

- Fournitures : 20 à 200 €/élément pour les modèles de gamme standard
- Dépose : environ 40-50 €/élément
- Service de nettoyage : 10-20 €/élément

A ces tarifs, il convient parfois de prévoir un supplément pour le remplacement des joints, de la robinetterie ou de certains accessoires ainsi que pour un nettoyage ou le détartrage.



Manuel illustré pour le démontage des évier et robinets : <https://reuse.brussels/nl/lavabos-et-robinetterie/>

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](https://salvoweb.com)

[opalis.eu](https://opalis.eu)



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description de l'élément

Les radiateurs en fonte ont fait leur apparition durant la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle. Entre 1910 et 1970, les radiateurs de chauffage central à eau chaude en fonte ont été produits à grande échelle, avant que les radiateurs en tôle d'acier ne prennent le relais dans les années 1960. On trouve encore fréquemment des radiateurs en fonte dans les maisons privées, les écoles, les hôpitaux ou les bâtiments administratifs d'époque. Les radiateurs « à colonnes », les radiateurs « panneaux » ou les radiateurs « d'hôpitaux » sont parmi les modèles les plus courants disponibles sur le marché du réemploi. Chaque type est proposé dans une grande variété de styles et de dimensions.



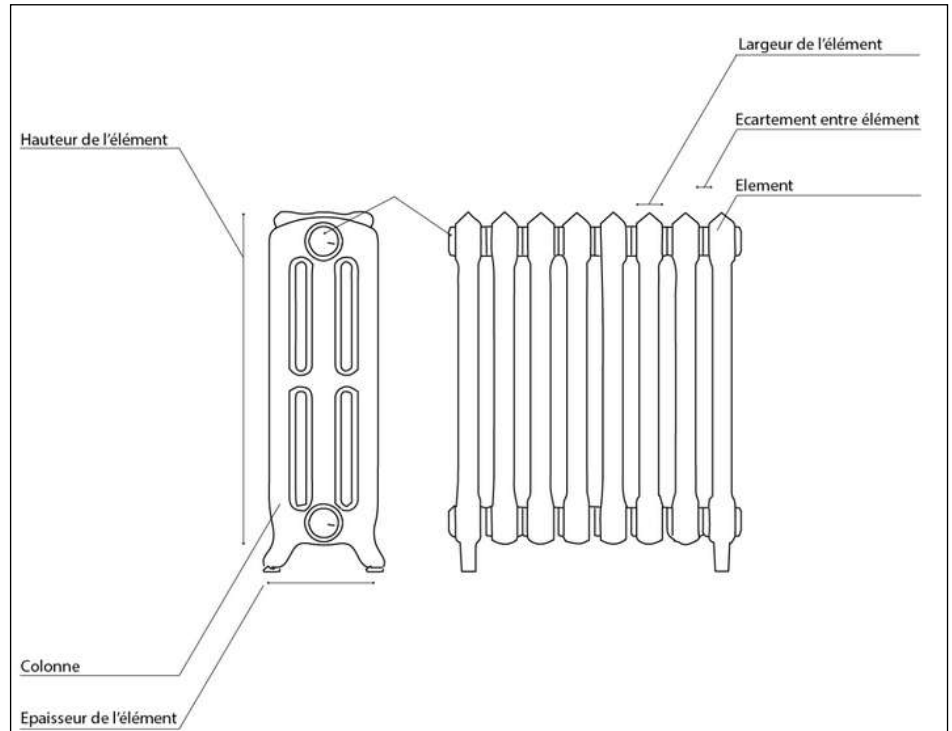
Radiateur panneau contemporain



Radiateur à colonne de style « classique »



Radiateur à colonnes style « fleuri »



Représentation schématique d'un radiateur en fonte © ROTOR et SIXIEME CONTINENT

Les radiateurs en fonte sont constitués d'une série d'éléments modulaires dont la taille varie en fonction du modèle. Les éléments sont reliés par des connecteurs filetés qu'il est préférable de démonter pour un nettoyage et une restauration en profondeur. La puissance calorifique totale d'un radiateur peut être modifiée en ajustant le nombre de sections. Cela nécessite des compétences, de l'expérience, des outils et des équipements de test de pression. En règle générale, l'eau chaude circule dans les colonnes et émet de la chaleur par rayonnement et convection (dans une proportion qui dépend du type, de la finition et de la couleur).

Les radiateurs en fonte s'adaptent bien aux nouveaux systèmes de production de chaleur (chaudière basse température, pompe à chaleur, etc.). Bien que lourds et fragiles, ils connaissent un regain de popularité depuis les années 70, notamment pour la chaleur agréable qu'ils dégagent et les économies d'énergie qu'ils permettent de réaliser. Leur coût est relativement élevé. Des garanties sont souvent offertes par les revendeurs.

→ **Types** : il existe une assez grande variété de types, de 1 à 9 colonnes, modèles fleuris, lisses, à écran, ronds, d'angle, chauffe-plats, etc. Les caractéristiques dimensionnelles des éléments modulaires sont de l'ordre de H [34 à 105] cm × L [7-22] cm × P [5-6,5] cm. Chaque élément pèse de 3 à 13 kg et fournit

une puissance calorifique de 35 à 240 W selon le type de chaudière, la température de fonctionnement de l'eau, la température ambiante, la température de l'air extérieur, la couleur et la finition du radiateur.

→ **Couleurs** : il est courant de trouver des radiateurs en fonte rénovés qui sont recouverts d'un primaire anti-rouille (finition brute, gris anthracite mat). Le type et la couleur de la peinture influencent la proportion de chaleur rayonnante et de chaleur convective. Le « noir mat » et les couleurs sombres donnent le plus de chaleur rayonnante, tandis que les peintures claires ou finitions métalliques sont moins efficaces. Pour éviter de contaminer les radiateurs récupérés, l'utilisation de peintures écologiques à faible teneur en COV est préférable aux peintures à base de polyuréthane.

→ **Accessoires** : les revendeurs spécialisés sont généralement en mesure de fournir des vannes, des réducteurs et des adaptateurs neufs pour les tailles de plomberie modernes, des pieds en fonte pour les radiateurs sans pied et des supports de fixation murale.

#### Le saviez-vous ?

Il est désormais possible d'électrifier les anciens radiateurs en fonte en ajoutant une résistance électrique isolée.



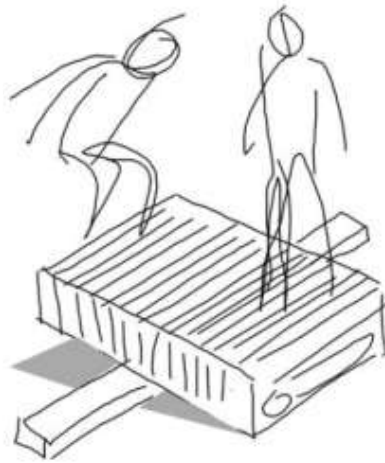
**Récupération de l'élément**

Les radiateurs en fonte se rencontrent souvent ; leur récupération est relativement aisée, et représente une belle opportunité de réemploi. Les opérateurs spécialisés peuvent vous accompagner pour une révision complète et une remise à niveau des radiateurs en cas de réemploi sur site. Ces mêmes opérateurs sont également susceptibles d'acheter et/ou vendre des lots de radiateurs en fonte de réemploi en garantissant le bon déroulement des opérations suivantes :

→ *Test de démontage (ou avis expert)* : il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos ou des informations techniques existantes (fabricant, modèle, dimensions, puissance, etc.), ou par une visite sur place. Les points d'attention seront entre autres :

- l'état général du lot : les appareils sont-ils fortement endommagés ? Des taches de rouille ou de l'eau sous le radiateur peuvent indiquer une fuite ou trahir un radiateur ayant subi un gel.
- l'intérêt commercial (selon le modèle, la quantité, les réparations éventuelles, le potentiel de revente, etc.) ;
- les dispositions logistiques (délai, temps de travail, difficulté de manutention, transport, etc.).

→ *Dépose* : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité de l'appareil et de ses accessoires. Après avoir vidangé l'installation, il est recommandé de démonter préalablement le robinet et les supports de montage. Les radiateurs seront triés par modèles, qualités et dimensions. Les supports de montage spécifiques seront conservés. Le poids élevé de certains radiateurs en fonte nécessitera



© ROTOR et SIXIEME CONTINENT



*S'il est techniquement possible de recomposer des radiateurs en fonte à partir de sections individuelles, il n'est pas conseillé de les briser en plusieurs fragments lors de la dépose. Si cette méthode est parfois préconisée pour limiter les charges de manutention, il est toujours préférable de se référer à l'avis du professionnel qui se chargera de leur remise en état.*



© LIONEL BILLIET

*Si nécessaire, une découpe précise peut être envisagée pour séparer les éléments.*

des dispositions de levage spécifiques. La plupart des opérateurs spécialisés n'effectuent pas eux-même la dépose et procèdent uniquement à un enlèvement/livraison au rez de chaussée, devant la porte.

→ *Stockage* : étant donné que la fonte est moins sujette à la corrosion que l'acier, et que les radiateurs subiront une révision complète, ils seront généralement vidés de leur eau, stockés horizontalement et empilés temporairement à l'extérieur. Cependant, un stockage prolongé en extérieur peut compliquer le démontage ultérieur des éléments et un empilement important peut provoquer des microfissures dues au poids important des radiateurs. Après révision, les radiateurs en fontes seront stockés verticalement, sans empilement, à l'abri du gel et des intempéries.

*La présence de peinture au plomb sur les anciens radiateurs en fonte est fréquente. La révision approfondie des radiateurs et leur décapage est, dans ce cas, fortement recommandée.*



Démontage



Stockage avant revision



Stockage après revision (de préférence verticalement)





→ **Traitements** : les opérateurs spécialisées soumettent généralement les radiateurs en fonte de réemploi à une révision approfondie. Plusieurs méthodes coexistent. La plupart du temps, les radiateurs subiront les traitements suivants :

- décapage chimique pour éliminer l'ancienne peinture (parfois toxique !);
- désembouage pour éliminer les boues présentes à l'intérieur des colonnes et garantir une performance thermique optimale;
- nettoyage haute pression;
- aérogommage/sablage adapté pour éliminer les résidus de rouille sans percer les éléments;
- (redimensionnement si nécessaire - par l'ajout ou suppression d'éléments - afin de correspondre au besoin de puissance thermique);
- (remplacement des joints de nipples si nécessaire);
- (taraudage et remplacement des bouchons de sortie si nécessaire);
- primaire antirouille;
- peinture de finition écologique ou polyuréthane selon nuancier RAL (thermolaquage proscrit);
- vérification de l'étanchéité par une mise sous pression de 4 à 8 bars.

→ **Transport et livraison** : la fonte est très fragile et résiste relativement mal aux chocs. Les précautions nécessaires devront donc être prises lors du transport et de la livraison en vue de limiter les coups et les éraflures (protections intercalaires, protections des coins, transport en position verticale, sanglage des palettes, etc). Le poids élevé de certains radiateurs devra être pris en compte. Les radiateurs peints sont parfois livrés avec un stylo de retouche.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Décapage chimique



Remplacement des bouchons de sortie  
© LIONEL BILLIET



Test de mise sous pression © Decapfonte



Nettoyage à haute pression



Mise en peinture



Livraison de radiateurs révisés © LIONEL BILLIET



### Applications et mise en œuvre

**En règle générale, le choix des appareils de chauffage doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage ») et de facteurs tels que l'esthétique, le confort thermique, etc. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 442-1) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).**

La conception d'un plan de chauffage basé sur des radiateurs en fonte de réemploi diffère peu de la conception à partir d'éléments neufs. Grâce à leur modularité, il est possible de reconfigurer complètement la plupart des radiateurs classiques. Le redimensionnement des modèles rares est très difficile, voire impossible. Il est également possible de commander un radiateur en fonte de réemploi « sur mesure ». La plupart des revendeurs spécialisés peut vous accompagner dans la conception et le choix des radiateurs.

→ **Puissance requise** : cette donnée détermine le besoin calorifique des pièces à chauffer. Elle est déterminée par la zone climatique dans laquelle se trouve le bâtiment, la typologie et le volume des pièces, l'isolation générale du bâtiment, le régime de fonctionnement de la production de chaleur, etc.

→ **Puissance nominale d'un radiateur** : ce paramètre détermine la capacité d'un radiateur à restituer la chaleur. Il est déterminé par le type de radiateur (modèle, dimensions, nombre d'éléments) et par le régime de fonctionnement de la production de chaleur. Ces informations sont disponibles auprès des revendeurs pour les modèles les plus courants. Dans le cas où le fabricant n'est pas connu ou que les conditions de calcul sont modifiées (par exemple dans le cas d'un régime de fonctionnement à basse température), il est possible d'obtenir ces informations à partir d'abaques disponibles sur internet (ex : <http://radiateurfonte.com>, <https://www.radiastyl.fr>).

→ **Dimensionnement des radiateurs** : ce calcul tient en compte la puissance requise, la puissance nominale des radiateurs et leur encombrement, l'espace disponible, etc.

La remise en œuvre de radiateurs en fonte de réemploi ne diffère en rien de celle de radiateurs neufs. Ils se prêtent à la même diversité des modes de pose (support de fixation mural, pieds de supports). Ils soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : puissance thermique, possibilités de raccordement, étanchéité du radiateur et des connexions, conformité et compatibilité des accessoires (robinets thermostatiques, purgeurs, bouchons), esthétique, sécurité (coins arrondis), surface thermique réfléchissante derrière le radiateur, poids des radiateurs, etc. Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des radiateurs répondant aux caractéristiques suivantes.

→ **Types et dimensions** : ils doivent correspondre aux besoins exprimés par l'auteur de projet afin d'obtenir la puissance thermique souhaitée.

→ **État** : les radiateurs en fonte de réemploi ayant subi une révision doivent être étanches, sans traces de rouille et compatibles avec le système de connexion souhaité.

→ **Quantité** : pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner le lot avec des modèles différents.

→ **Accessoires** : les bouchons de sortie, les joints de nipples, les vannes, les robinets, les purges et les systèmes de fixation peuvent être remplacés et remis aux normes. La plupart de ces accessoires sont disponibles en version neuve (contemporain ou réédition) ou de réemploi auprès des revendeurs pros.

La plupart des produits de construction de réemploi sont vendus en l'état. Dans le cas particulier des radiateurs en fonte, une **garantie jusqu'à 20 ans** peut accompagner le produit, selon le prestataire. Certains fournisseurs sont également en mesure d'indi-

quer la provenance du produit et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Caserne de Reuilly, Paris Habitat - Réutilisation in situ de 85 radiateurs en fonte (FR). © ROTOR and SIXIEME CONTINENT



Vannes neuves - réédition style ancien



Showroom d'un revendeur



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

La norme harmonisée européenne EN 442 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) à respecter en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des radiateurs et convecteurs. Bien que détaillées pour les produits neufs produits à partir de 2002, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des radiateurs en fonte de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Réaction au feu</b>	La réaction au feu d'un radiateur en fonte dépend essentiellement de l'épaisseur du revêtement de surface. L'épaisseur de la couche de peinture appliquée au pistolet par les revendeurs professionnels est inférieure à 1mm (masse surfacique <1 kg/m <sup>2</sup> ) ; les radiateurs en fonte de réemploi peuvent donc être considérés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 sans essai préalable.
<b>Rejet de substances dangereuses</b>	La présence de peinture au plomb sur les anciens radiateurs en fonte est fréquente. La révision approfondie des radiateurs et leur décapage est, dans ce cas, fortement recommandée. Les peintures utilisées pour la remise en état des radiateurs doivent être conformes aux normes en vigueur (notamment COV).
<b>Étanchéité et résistance à la pression</b>	Le radiateur doit pouvoir résister à une pression 1,69 fois la pression de fonctionnement maximale. Les radiateurs en fonte de réemploi sont généralement vendus après avoir passé un test d'étanchéité (4 à 8 bars). Une garantie d'étanchéité de 5 à 20 ans est généralement proposée par les revendeurs.
<b>Température de surface</b>	/
<b>Puissance thermique et courbe caractéristique</b>	<p>La puissance thermique exacte d'un radiateur en fonte de réemploi ne peut pas être calculée selon les tests décrits dans la norme EN 442-2. Elle sera évaluée selon le type de radiateur (modèle, dimensions, nombre d'éléments) et par le régime de fonctionnement de la production de chaleur. Ces informations sont disponibles auprès des revendeurs pour les modèles les plus courants. Dans le cas où le fabricant n'est pas connu ou que les conditions de calcul sont modifiées (par exemple dans le cas d'un régime de fonctionnement à basse température), il est possible d'obtenir ces informations à partir d'abaques disponibles sur internet.</p> <p>La présence de boues de corrosion ou de dépôts de calcaire à l'intérieur des radiateurs est fréquente et peut être responsable d'une diminution des performances thermiques. Il est donc recommandé de procéder à un désembouage des radiateurs avant une remise en œuvre. Cette opération est effectuée par des opérateurs spécialisés.</p>
<b>Résistance à la corrosion</b>	Pour les nouveaux produits, cette caractéristique est testée en vérifiant l'absence de corrosion en surface après 100 heures d'exposition à l'humidité. Cette caractéristique est donc étroitement liée à l'application correcte d'un primaire antirouille sur les radiateurs décapés.
<b>Résistance aux petits impacts</b>	Cette caractéristique concerne la couche de revêtement. Une application correcte de peintures bi-composant polyuréthane au pistolet est recommandée. Le thermolaquage est proscrit car il détériorerait les joints de nipples.
<b>Défauts superficiels</b>	Le radiateur ne doit présenter aucune bavure susceptible de provoquer des blessures. Les opérateurs spécialisés vérifient et corrigent ces défauts.

Il est conseillé de procéder à un examen minutieux des conditions dans lesquelles sont révisés les radiateurs en fonte (ces informations peuvent être demandées aux opérateurs spécialisés).





**Disponibilité**

Les radiateurs en fonte sont un produit très courant sur le marché du réemploi. La disponibilité dépend cependant des quantités recherchées. A titre indicatif, pour les radiateurs en fonte classiques (1920-1970), on peut trouver des lots de radiateurs compatibles (système modulaire identique) dans les quantités suivantes :

Fréquent	Lot de 1 → 10 pièces
Occasionnel	Lot de 11 → 20 pièces
Rare	Lot > 20 pièces

Les radiateurs plus anciens, très décorés, sont souvent des pièces rares. A noter que chez certains revendeurs spécialisés, les radiateurs ne sont rénovés qu'une fois vendus.

**Tip !**

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des modèles différents dans chaque pièce).

**Embodied carbon ou Potentiel de réchauffement Global**

Il est relativement difficile d'estimer l'impact écologique du réemploi de radiateurs en fonte étant donné qu'il n'existe à notre connaissance aucune donnée à ce sujet. Néanmoins les éléments suivants peuvent alimenter la réflexion :

→ L'impact de la production de fonte neuve ou recyclée pour la production de radiateurs neufs n'est pas négligeable.

→ Au vu de leur succès, les radiateurs en fonte présents sur le marché du réemploi en Europe sont susceptibles d'avoir parcourus de grandes distances. Les fournisseurs de réemploi s'approvisionnent sur de larges territoires et certains modèles prisés proviennent parfois des Etats-Unis.

→ L'impact des opérations de rénovation des radiateurs n'est pas négligeable et doit être pris en compte (peinture, décapage, etc.).

→ Le remplacement des radiateurs en fonte par des radiateurs neufs en tôle acier plus légers est sujet à débat. Les radiateurs en fonte ont une montée lente en température et une bonne inertie thermique, contrairement aux radiateurs en tôle courants. De manière générale, la consommation d'énergie des radiateurs dépend fortement de l'isolation générale du bâtiment et du confort thermique souhaité.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient fortement selon les modèles, les dimensions, la puissance totale du radiateur, la finition et les fournisseurs. Les prix sont généralement donnés par élément modulaire. Pour connaître le prix indicatif d'un radiateur, il suffit de multiplier par le nombre d'éléments qui le constitue.

**Prix fourniture** (peinture inclus, hors antiquités) :

- Modèles fleuris/lisses : 70 - 110 €/élément
- Modèles classiques : 15 - 35 €/élément
- Modèles rideau : 20 - 25 €/élément

**Prix rénovation** (peinture inclus) :

- Modèles fleuris/lisses : 20 - 45 €/élément
- Modèles classiques : 10 - 30 €/élément

**Robinetterie** (neuf, réédition) : 60 - 150 €/kit

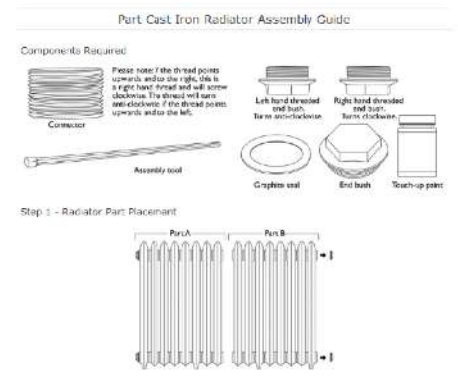
**Supports fixation** (pieds ou mural) : 10 - 15€/pièce

**Substances dangereuses et précautions**

**Plomb** : Un diagnostic plomb peut s'avérer nécessaire ou obligatoire (i.e. en France) pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les radiateurs en fonte. Dans ce cas, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et/ou une remise en peinture des radiateurs via un opérateur spécialisé.

**Trouver des prestataires spécialisés**

**SALVO** salvoweb.com **OPALIS** opalis.eu



Manuel illustré pour l'assemblage de radiateurs en fonte <https://www.carron.uk.net/radiators/part-radiator-assembly-guide/>

Nombre de colonnes	Hauteur avec pied cm	Hauteur sans pied cm	Épaisseur élément cm	Longueur élément cm	Poids élément kg	Puissance watt ▲ 150°K
2	41,5	36,5	6,8	5,5	2	37
	61,5	56,5			2,9	49
	76,5	71,5			3,2	57
	91,5	86,5			3,9	69
4	105,5	100,5	14,6	6	4,8	81
	35	29,5			2,9	44
	45	40			4	62
	65	60			5,4	88
	80	75			6,4	110
6	95	90	22,3	6	7,8	128
	107	102			9	145
	35	29,5			4,1	64
	45	40			5,6	91
6	65	60	22,3	6	7,8	127
	80	75			9,5	159

Exemples de tables de puissance: <http://www.radiateurfonte.com> <https://www.radiastyl.fr>

**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Rotor vzw/asbl dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).



Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Rotor vzw/asbl ou © Opalis. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Description de l'élément

**Les radiateurs et convecteurs en tôle sont des éléments de chauffage très courants dans les installations de chauffage central. Ce sont des appareils dans lesquels circule de l'eau chaude et qui rétrocedent la chaleur par convection et/ou rayonnement. Ils présentent une inertie thermique plus faible que les radiateurs en fonte.**

Les premiers modèles de radiateurs, en fonte, ont été progressivement remplacés, à partir des années 1970, par des modèles en tôle d'acier. Plus récemment, des appareils en aluminium (plus léger, montée en température rapide) et acier inoxydable (bonne résistance à la corrosion) sont apparus sur le marché.

Les radiateurs en tôle d'acier présentent une importante variété de formes : radiateurs à section, radiateurs panneaux, radiateurs « design », plinthes chauffantes, radiateurs sèche-serviette, radiateurs à tubes verticaux, etc. Le réemploi de radiateurs en fonte diffère des appareils en tôle et est abordé au travers de la fiche sur les radiateurs en fonte.

Les appareils de chauffage les plus courants et les moins chers sont les radiateurs à panneaux, tant sur le marché du neuf que sur celui du réemploi. Ils se composent d'une à trois plaques dans lesquelles l'eau circule verticalement (chaleur rayonnante), éventuellement renforcées par des lamelles de convection (chaleur de convection). En fonction du nombre de panneaux et du nombre d'éléments convecteurs, les radiateurs à panneaux sont classés selon plusieurs types (figure 1). Des éléments décoratifs (panneau de façade, panneaux latéraux, grille supérieure) peuvent compléter l'appareillage.

Actuellement, les modèles spéciaux (radiateur à tube vertical, radiateur à socle, radiateur à panneaux design, etc.) rencontrent un grand succès mais ils sont encore assez peu présents sur le marché du réemploi.

Le remplacement d'un appareil de chauffage est plus souvent lié au remplacement du système de production de chauffage ou à un choix esthétique qu'à un dysfonctionnement des appareils. Les radiateurs en tôle sont le plus souvent utilisés dans les maisons individuelles et les bâtiments administratifs de taille moyenne.

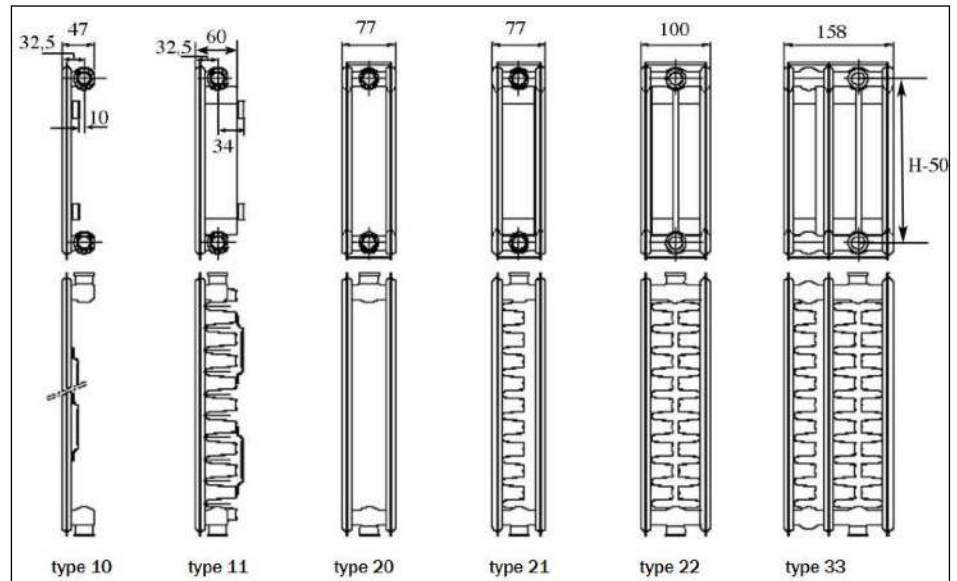


Figure 1 : Types de radiateurs à panneaux







## Récupération de l'élément

**Si les appareils ne trouvent pas un nouvel usage directement sur site, ils peuvent être dirigés vers les filières professionnelles de réemploi. Il n'existe cependant que peu d'opérateurs susceptibles de récupérer des lots de radiateurs/convecteurs en tôle. Leur intérêt dépendra essentiellement du modèle, des quantités et de l'état général du lot.**

→ **Test de démontage** (ou avis expert) : il permet en pratique de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose. Un « œil expert » permet généralement d'estimer l'intérêt d'un lot sur base de photos ou des informations techniques existantes (fabricant, modèle, dimensions, puissance, etc.), ou par une visite sur place.

Les points d'attention seront entre autres :

- **l'état général du lot** : les appareils sont-ils endommagés ? Encrassés ? La couche de revêtement est-elle en bon état ? Des taches de rouille ou de l'eau sous le radiateur peuvent indiquer une fuite et des points de soudure sphériques peuvent trahir un radiateur ayant subi un gel.
- **l'état des accessoires** : le robinet thermostatique fonctionne-t-il correctement ? Etat de la tige et du presse-étoupe du robinet thermostatique ? Etat des éléments d'habillage et de la grille supérieure ? Etat de la console de fixation ? Compatibilité avec des accessoires neufs ?
- **l'intérêt commercial** (selon le modèle, la quantité, le potentiel de revente, la facilité d'entretien, etc.) ;
- **les dispositions logistiques** (délai, temps de travail, manutention, transport, etc.).

→ **Dépose** : le démontage soigneux doit viser à assurer l'intégrité de l'installation, de l'appareil et de ses accessoires. Après avoir vidangé l'installation, il est recommandé de démonter préalablement le robinet thermostatique et les supports de montage. Les radiateurs ayant subi un gel sous eau, ou présentant des fissures, des traces de rouille ou des déformations au niveau des soudures, sont susceptibles d'être peu étanches et doivent être écartés. Les radiateurs seront triés par qualités, couleurs et dimensions. Les supports de montage spécifiques seront conservés.

→ **Stockage** : les radiateurs seront préférentiellement stockés en position verticale sur un support souple (bois) pour éviter les éraflures et les coups. Ils seront remplis d'eau (+ bouchons) pour limiter l'oxydation interne et stockés dans un endroit sec, à l'abri du gel et protégés de la poussière.

→ **Traitements** : en général, les radiateurs en tôle de réemploi sont vendus sans autre traitement qu'un nettoyage superficiel. Contrairement aux radiateurs en fonte, les radiateurs en tôle de réemploi bénéficient très rarement d'un contrôle d'étanchéité et de résistance à la pression.

→ **Transport et livraison** : les précautions nécessaires devront être prises lors du transport et de la livraison en vue de limiter les coups et les éraflures (protections intercalaires, protections des coins, sanglage des palettes, etc.).

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



*Certains modèles de radiateurs en tôle d'acier peuvent être confondus avec ceux en fonte.*





**Applications et mise en œuvre**

**En règle générale, le choix des appareils de chauffage doit tenir compte des sollicitations envisagées (voir § « caractéristiques et aptitude à l'usage ») et de facteurs tels que l'esthétique, le confort thermique, etc. Il convient dans tous les cas de se référer aux normes européennes et nationales relatives au produit (EN 442-1) et aux règles de l'art en vigueur (ou normes de mise en œuvre).**

La conception d'un plan de chauffage basé sur des radiateurs de réemploi diffère de la conception à partir d'éléments neufs. Au lieu de commander des radiateurs qui fournissent la puissance exacte requise, il convient de composer avec les appareils disponibles sur le marché du réemploi. La conception doit donc être flexible en ce qui concerne la taille et le nombre éventuel de radiateurs.

→ **Puissance requise** : cette donnée détermine le besoin calorifique des pièces à chauffer. Elle est déterminée par la zone climatique dans laquelle se trouve le bâtiment, la typologie et le volume des pièces, l'isolation générale du bâtiment, le régime de fonctionnement de la production de chaleur, etc.

→ **Puissance nominale d'un radiateur** : ce paramètre détermine la capacité d'un radiateur à restituer la chaleur. Il est déterminé par le type de radiateur (matériau, dimensions, nombre de panneaux et d'ailettes, niveau d'encrassement, etc.) et par le régime de fonctionnement de la production de chaleur. Ces informations sont parfois disponibles auprès du fabricant d'origine. Dans le cas où le fabricant n'est pas connu ou que les conditions de calcul sont modifiées (par exemple dans le cas d'un régime de fonctionnement à basse température), il est possible d'obtenir ces informations à partir d'abaques disponibles sur internet ou en faisant appel à un sanitaire professionnel.

→ **Dimensionnement des radiateurs** : ce calcul tient en compte la puissance requise, la puissance nominale des radiateurs et leur encombrement, l'espace disponible, etc. En l'absence de test de performance thermique, il est conseillé de majorer de 10 % les dimensions des radiateurs de réemploi.



La remise en œuvre de radiateurs en tôle de réemploi ne diffère en rien de celle de radiateurs neufs. Ils se prêtent à la même diversité des modes de pose (console murale, pieds de supports). Ils soulèvent les mêmes points d'attention, notamment : puissance thermique, possibilités de raccordement, étanchéité du radiateur et des connexions, conformité des accessoires (robinets thermostatiques, purgeurs, bouchons), esthétique, sécurité (coins arrondis), surface thermique réfléchissante derrière le radiateur, etc. Pour faciliter la pose, l'auteur de projet veillera à utiliser des radiateurs répondant aux caractéristiques suivantes :

→ **Types et dimensions** : ils doivent correspondre aux besoins exprimés par l'auteur de projet afin d'obtenir la puissance thermique souhaitée.

→ **État** : les radiateurs en tôle de réemploi ne doivent pas comporter de fissures ni d'altérations au niveau des soudures mais peuvent présenter des altérations telles que des traces d'usure superficielle, des taches, des accessoires défectueux, etc. Des ateliers spécialisés sont capables d'effectuer un décapage et une remise en peinture.

*La présence de boues de corrosion ou de dépôts de calcaire à l'intérieur des radiateurs est fréquente et est parfois responsable d'une diminution des performances thermiques. Il est donc recommandé de nettoyer correctement l'intérieur d'un radiateur de réemploi avant sa remise en œuvre (désencrassement/détartrage, chimique ou mécanique).*

→ **Quantité** : pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner le lot avec des modèles différents.

→ **Accessoires** : les pièces de raccordement, les joints, les vannes, les robinets thermostatiques, les robinets de purge et les systèmes de fixation peuvent être spécifiques. S'ils doivent être remplacés, il convient de s'assurer de la compatibilité des appareils avec des accessoires neufs. Certains accessoires sont parfois disponibles auprès des revendeurs professionnels.

La plupart des matériaux de construction de réemploi sont vendus en l'état. Les conditions de ventes peuvent cependant contenir des garanties particulières et propres au matériau. Certains fournisseurs sont en mesure d'indiquer la provenance du matériau et/ou de fournir de la documentation sur le produit acheté (pour plus d'information, consulter la fiche introductive).



Manuel illustré pour le démontage d'un radiateur : <https://reuse.brussels/nl/radiateurs-et-vannes-thermostatiques/>

**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

La norme harmonisée européenne EN 442 établit les caractéristiques pertinentes (selon le contexte) à respecter en vue de déterminer l'aptitude à l'usage des radiateurs et convecteurs. Bien que détaillées pour les matériaux neufs produits à partir de 2002, ces caractéristiques peuvent s'avérer utiles pour envisager le cas particulier des radiateurs de réemploi.

Caractéristiques	Commentaires
<b>Réaction au feu</b>	La réaction au feu d'un radiateur en tôle dépend essentiellement de l'épaisseur du revêtement de surface. La couche de peinture d'origine est généralement conforme aux normes en vigueur (épaisseur < 1mm et masse surfacique <1 kg/m <sup>2</sup> ). En l'absence de couches de peinture supplémentaires avérées, les radiateurs de réemploi peuvent être classés comme matériaux incombustibles et appartiennent à la classe européenne de réaction au feu A1 sans essai préalable.
<b>Rejet de substances dangereuses</b>	Un diagnostic plomb peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les radiateurs (avant 1990). Dans ce cas, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et une remise en peinture des radiateurs. Des ateliers spécialisés sont capables d'assurer ce service.
<b>Étanchéité et résistance à la pression</b>	Le radiateur doit pouvoir résister à une pression 1,69 fois la pression de fonctionnement maximale. Contrairement aux radiateurs en fonte, les radiateurs en tôle de réemploi sont très rarement testés à la pression. Il convient donc d'inspecter visuellement les radiateurs pour détecter les risques de fuite éventuels. Des informations sur les conditions de stockage et les risques de gel avant dépose sont pertinentes à cet égard (à demander au fournisseur ou à relever sur site).
<b>Température de surface</b>	/
<b>Puissance thermique et courbe caractéristique</b>	<p>La puissance thermique exacte d'un radiateur de réemploi ne peut pas être calculée selon les tests décrits dans la norme EN 442-2. Elle sera évaluée selon le type de radiateur (matériau, dimensions, nombre de panneaux et d'ailettes, niveau d'encrassement, etc.) et par le régime de fonctionnement de la production de chaleur. Ces informations sont généralement disponibles auprès du fabricant d'origine. Dans le cas où le fabricant n'est pas connu ou que les conditions de calcul sont modifiées (par exemple dans le cas d'un régime de fonctionnement à basse température), il est possible d'obtenir ces informations à partir d'abaques disponibles sur internet.</p> <p>La présence de boues de corrosion ou de dépôts de calcaire à l'intérieur des radiateurs est fréquente et est parfois responsable d'une diminution des performances thermiques. Il est donc recommandé de nettoyer correctement l'intérieur d'un radiateur de réemploi avant sa remise en œuvre (désencrassement/détartrage, chimique ou mécanique). Il est également conseillé de majorer de 10 % les dimensions des radiateurs de réemploi lors du calcul de dimensionnement des radiateurs.</p>
<b>Résistance à la corrosion</b>	Pour les nouveaux produits, cette caractéristique est testée en vérifiant l'absence de corrosion en surface après 100 heures d'exposition à l'humidité. Cette caractéristique est donc étroitement liée au degré de tri des radiateurs en tôle de réemploi. Un examen visuel ou détaillé est souvent suffisant pour l'estimer.
<b>Résistance aux petits impacts</b>	/





**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./UF
Base de données INIES (FR) – Donnée générique*	197
UNICLIMA – Déclaration collective**	98,3

\* Valeur indicative pour UF (Unité Fonctionnelle) = Radiateur à eau chaude de 1000 W pour une durée de vie de référence de 50 ans.

\*\* Valeur indicative pour UF (Unité Fonctionnelle) = Radiateur à eau chaude de 1000 W pour une durée de vie de référence de 50 ans. Radiateur en acier composé de tubes ou de panneaux de type 21 ou 22. Traitement de surface et revêtement de finition par peinture époxy anticorrosion. Masse : 31,74 kg.



En considérant une puissance thermique requise de 10 kW pour un logement moyen de 100 m<sup>2</sup>, réutiliser 10 radiateurs en tôle de 1000 W permet de prévenir la production de ~983 à ~1 970 kg de CO<sub>2</sub> eq. liée à la fabrication de radiateurs neufs (phase de production uniquement). Cela correspond à un trajet de ~5 900 à ~11 800 km effectué dans une petite voiture diesel.

**Disponibilité**

Les radiateurs en tôle sont un produit peu courant sur le marché du réemploi. Leur disponibilité dépend des quantités recherchées. A titre indicatif :

Fréquent	1 pièce unique
Occasionnel	Lot de 2 à 5 pièces identiques
Rare	Lot de 5 pièces identiques

**Tip!**

Pour augmenter les chances de rencontrer l'offre disponible sur le marché du réemploi, l'auteur de projet peut choisir de fractionner les grandes surfaces en lots de plus petite quantité (par exemple, en prévoyant des modèles différents dans chaque pièce).

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

Un échantillonnage non exhaustif du marché du réemploi d'Europe de l'Ouest (Belgique, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) a permis d'extraire quelques prix indicatifs. Ceux-ci varient fortement selon les modèles et le fabricant d'origine. Les radiateurs design, en aluminium ou en acier inoxydable sont les plus prisés. Les modèles de radiateurs à panneaux qui sont faciles à entretenir (faces et grilles amovibles) sont généralement plus chers.

- Radiateurs à panneaux standards : 40 à 150 €/unité
- Radiateurs design : 150 à 200 €/unité

A ces prix, il convient parfois de prévoir un supplément pour le remplacement des joints ou de certains accessoires, un décapage et une remise en peinture, un désembouage/détartrage, etc.

**Substances dangereuses et précautions**

**Plomb** : un diagnostic plomb peut s'avérer nécessaire pour détecter la présence d'anciennes peintures au plomb sur les radiateurs (avant 1990). Dans ce cas, il est fortement suggéré de procéder à un décapage et une remise en peinture des radiateurs. Des ateliers spécialisés sont capables d'assurer ce service.

**Trouver des prestataires spécialisés**



[salvoweb.com](http://salvoweb.com)

[opalis.eu](http://opalis.eu)





# ÉLÉMENTS EN BÉTON DE CIMENT



- *Introduction au réemploi des éléments en béton de ciment*
- Moellon en béton
- Pavé et dalle en béton
- Voile en béton



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Bellastock dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).

Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Bellastock. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

**Iconographie**

Figure 1 : BENOIT J, SAUREL G, BILLET M, BOUGRAIN F, LAURENCEAU S, ADEME, BELLASTOCK, CSTB, REPAR#2 *Le réemploi passerelle entre architecture et industrie*, mars 2018, p108.





## Préambule

Cet ensemble de fiches (« 1.90. Pavé et dalle en béton issus de la transformation des éléments en béton », « 2.91. Voile en béton » et « 2.92. Moellon en béton issus de la transformation d'éléments en béton ») vise à présenter plusieurs possibilités pour le réemploi d'éléments en béton de ciment.

La présente fiche introduit les préceptes de base. Elle s'attache à décrire le matériau de façon générale. Elle identifie ensuite les principales familles d'éléments présentant un potentiel de réemploi. Les autres fiches étudient plus en détail les modalités de réemploi pour des éléments spécifiques.

De manière générale, cet ensemble de fiches porte sur des éléments constitutifs de la structure et de l'enveloppe des bâtiments.

## Description du matériau

Le béton de ciment (appelé « béton » dans la suite des documents) est un matériau composite, obtenu par le mélange de :

- *sable*
- *gravier*
- *ciment* (composé de calcaire et d'argile broyés, cuits à très haute température puis broyés)
- *eau*

Les proportions sont variables suivant l'usage qui en est fait. Des adjuvants peuvent être ajoutés à sa formulation pour lui conférer des propriétés spécifiques (e.a. accélérateur ou retardateur de prise ou de durcissement, modification de l'ouvrabilité, etc.).

Le béton présente une bonne résistance à la compression mais pas à la traction. Pour pallier ceci, il est souvent associé à l'acier. On parle alors de béton armé.

A ce jour, après l'eau, le béton est le matériau le plus consommé, avec trois tonnes par an utilisées pour chaque personne dans le monde <sup>1</sup>.

Le béton tel que nous le connaissons et l'employons aujourd'hui est le fruit d'expérimentations et d'évolutions technologiques qui ont principalement eu lieu au cours du siècle dernier. L'intense période de reconstruction qui suivit la seconde guerre mondiale fut déterminante pour l'industrie du béton : d'innombrables inventions et procédés de construction virent alors le jour. Ces

développements furent soutenus par les États, qui visaient à obtenir des gains d'efficacité et réaliser des économies. En France, c'est l'époque où furent construits les « grands ensembles », faisant la part belle au béton coulé sur place ou préfabriqué. Au cours de cette période, les acteurs de la construction se spécialisèrent dans la maçonnerie en béton. Plus récemment sont apparus des bétons ultra performants intégrant dans leur formulation de nouveaux composants tels que les fibres.

Derrière un terme unique, il existe une multitude de types de béton et d'applications. Il est toutefois possible d'établir quelques grandes catégories :

### → Selon les types de béton

- Le **béton armé** est la forme la plus courante sous laquelle on retrouve l'association acier/béton. C'est un béton dans lequel sont intégrées des armatures en acier dont la disposition, les sections, la répartition, les ancrages, et l'adhérence diffère en fonction des efforts à reprendre.
- Le **béton fibré** (ou béton de fibres) est un béton dans lequel on a incorporé des fibres (inox, propylène, verre filé, carbone, etc.) qui permettent de créer un maillage augmentant les capacités de cohésion et de résistance du béton.
- Le **béton précontraint** est un béton auquel on applique un effort de compression permanent avant sa mise en service, de sorte qu'il ne subisse pas d'efforts de traction une fois en service. Cet effort de compression est obtenu par la mise en tension d'armatures, après le coulage du béton (post-contrainte) ou avant le coulage (pré-tension).

### → Selon les techniques de mise en œuvre

- **Béton préfabriqué** : il s'agit de composants réalisés hors de leur emplacement définitif (en usine, en atelier, à proximité de l'ouvrage de construction ou sur une aire de préfabrication) puis assemblés sur chantier. Les éléments sont liaisonnés grâce à un système de clavetage et de bétonnage qui assure la cohérence et la stabilité de l'ensemble. De nombreux procédés de préfabrication ont vu le jour. L'usage régulier d'éléments préfabriqués en béton se généralise après la Seconde Guerre mondiale, dans un contexte de

reconstruction à grande échelle. La préfabrication est toujours employée aujourd'hui mais de façon plus ciblée (panneau de façade, éléments d'ossature, etc.).

- **Béton coulé sur place** : béton mis en place dans des banches ou des coffrages par gravité. En fonction de la taille et du contexte du chantier, le béton peut être produit dans une centrale à béton en pied de chantier ou sur un site dédié. Il existe des banches standards réutilisables et des coffrages sur mesure dans le cas de forme complexe. Suivant la position de l'élément de construction coulé en place et son rôle structurel, celui-ci sera plus ou moins ferrailé.

Aujourd'hui, le béton n'est pas un matériau que l'on trouve sur le marché du réemploi. Certains fournisseurs de matériaux de réemploi proposent des pavés, des dalles ou des tuiles de toiture en béton manufacturées, mais pas d'éléments issus de la structure même des bâtiments. À ce jour, les démarches de réemploi d'éléments en béton sont donc menées à l'initiative des commanditaires et des concepteurs. Néanmoins, les filières de récupération et de revente d'éléments en béton ont probablement vocation à se développer à l'avenir.

A ce stade, plusieurs expérimentations ont déjà démontré la possibilité de réemployer des éléments en béton issus de bâtiments démolis, pour le même usage ou pour d'autres applications (voir fiches 1.90. Pavé et dalle en béton issus de la transformation d'éléments en béton, 2.91. Voile en béton, 2.92. Moellon en béton issus de la transformation d'éléments en béton). Ces différentes expériences mettent en avant un panel de solutions de réemploi possibles, qui sont autant d'alternatives au recyclage (i.e. concassage des bétons en granulat).

<sup>1</sup> Gagg (2014), *Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis, Engineering Failure Analysis, Volume 40, p. 114-140.*



**Ne pas confondre !**

**Réemploi et recyclage du béton**

Une fois purgé de ses armatures et de tout revêtement, le béton est une matière inerte. Sur bon nombre de chantiers, les démolisseurs mettent à nu les ossatures en béton qui sont ensuite démolies. Les gravats ainsi produits sont concassés pour en faire des granulats recyclés. Selon leur qualité et leur granulométrie, ceux-ci peuvent être utilisés en applications routières ou en remblais. Certains granulats peuvent être intégrés à la production de béton neuf - mais seulement dans une certaine mesure.

Toutes ces approches correspondent à des pratiques de recyclage. Le réemploi, contrairement au concassage, consiste à utiliser de nouveau un élément de construction en préservant au maximum son intégrité formelle, ses qualités techniques et architecturales.

**Identification des éléments en béton pouvant être réemployés dans la construction (description typologique des constituants)**

Le réemploi de béton est une notion ambiguë, c'est pourquoi nous parlons plutôt du réemploi d'éléments en béton. Une bonne connaissance des modes constructifs est nécessaire pour déterminer la faisabilité du réemploi et orienter les futurs usages possibles.

En pratique (voir figure 1), la majorité des éléments les plus couramment utilisés dans les constructions en béton peuvent être réemployés :

→ **Les poteaux** : éléments longiformes verticaux porteurs. Ils reprennent majoritairement des efforts de compression transmis verticalement des étages supérieurs vers le sol à travers les fondations. Les sections les plus courantes sont les sections carrés, rectangulaires, circulaires ou en I.

→ **Les poutres** : longues pièces qui ont pour fonction de reporter des charges (principalement verticales) vers des appuis. Elles sont de sections courantes rectangulaires et sont ferrillées de manière à reprendre des moments de flexion (aciers longitudinaux) et des efforts tranchants (cadres).

→ **Les voiles** : ce sont des ouvrages surfaciques verticaux structurels. Ils supportent principalement des charges verticales. En raison de leur grande rigidité, les voiles sont aussi utilisés pour reprendre des sollicitations horizontales (vent, séisme). Un voile béton est considéré comme tel lorsque sa longueur est au moins égale à 4 fois son épaisseur.

→ **Les planchers béton** : ce sont des éléments surfaciques horizontaux porteurs, principa-

lement soumis à la flexion. On distingue les dalles à portée unidirectionnelle et les dalles à portée bidirectionnelle. Ces planchers se retrouvent sous trois groupes principaux : les dalles pleines, les dalles nervurées et les planchers spéciaux (mixte). Une dalle est un élément dont la plus petite dimension dans son plan est supérieure ou égale à 5 fois son épaisseur totale. Elles sont généralement ferrillées avec des treillis soudés.

→ **Les panneaux de façade** : matériau plan et relativement mince d'épaisseur uniforme. Ces éléments sont la plupart du temps utilisés en remplissage et n'ont pas de rôle structurel.

**Astuce !**

Pour appréhender les possibilités de réemploi des éléments en béton, il peut être utile de mener une enquête sur l'histoire du bâtiment dont ils proviennent ainsi que sur son contexte historique de construction. L'analyse de documents d'archives, de dossiers d'ouvrages exécutés et d'ouvrages d'histoire de la construction permet d'identifier et de mieux comprendre les procédés constructifs employés. Outre cette étude documentaire, l'observation visuelle sur le terrain, éventuellement complétée par des sondages, est essentielle pour vérifier et compléter l'analyse.

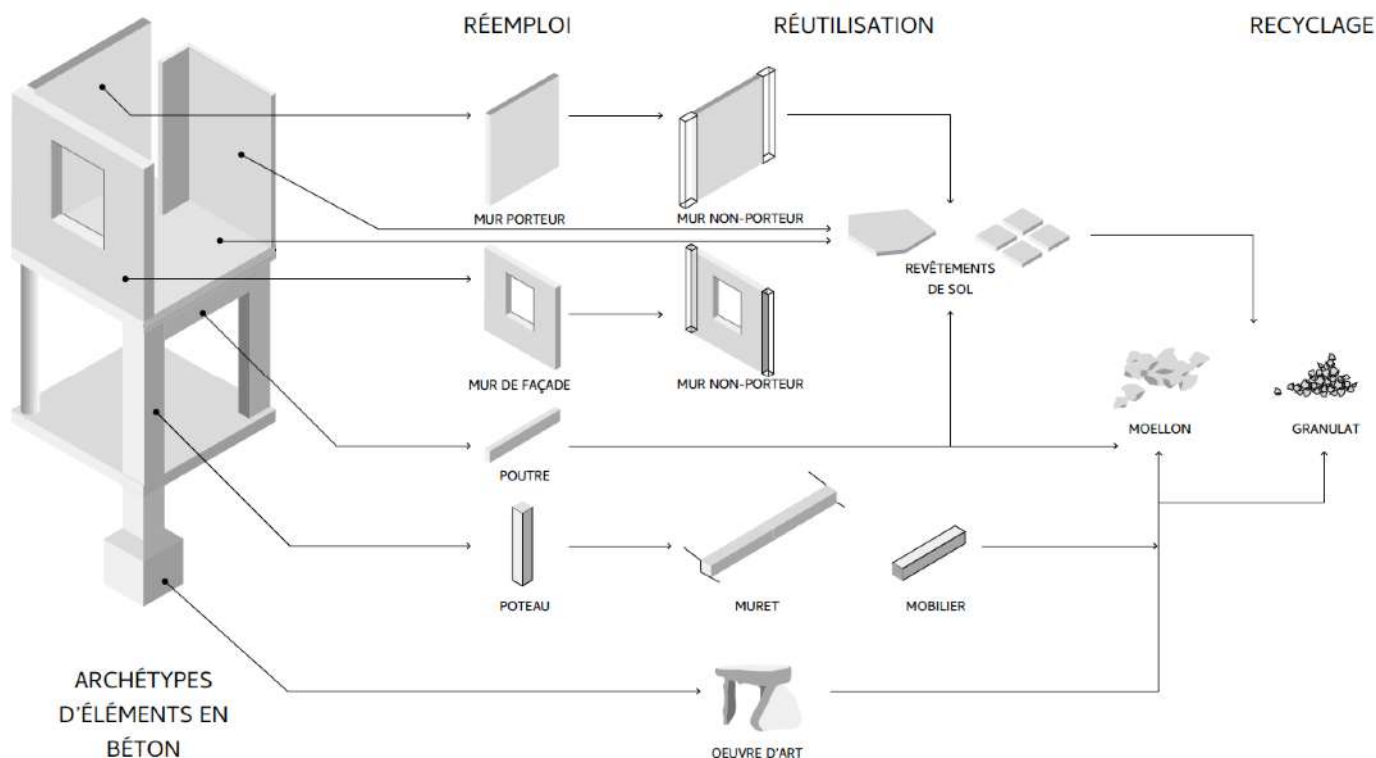


Figure 1 : Principales possibilités de réemploi et de réutilisation pour des éléments en béton



### Caractéristiques principales des éléments en béton de réemploi

Quel que soit l'élément que l'on souhaite réemployer, et quelle que soit la nouvelle utilisation envisagée, les caractéristiques de base à appréhender pour permettre les études de dimensionnement des futurs ouvrages sont :

→ *Pour le béton* :

- La composition physico-chimique.
- La classe de résistance à la compression. La résistance en traction.
- La classe d'exposition (liée à la région, à l'altitude et à l'exposition aux intempéries).
- Les dimensions.

→ *Pour l'acier* :

- Les propriétés mécaniques : la limite d'élasticité, la contrainte de traction, l'allongement relatif de l'acier tendu et le module d'élasticité.
- Les caractéristiques dimensionnelles : la position des armatures, le diamètre des barres, la nature des aciers et l'enrobage.

L'ensemble des caractéristiques du béton de réemploi doit être conforme aux exigences appliquées au béton neuf.

Le diagnostic et l'analyse plus ou moins poussée des caractéristiques est à dimensionner suivant le contexte du projet et l'usage recherché. Le surdimensionnement ou de déclassement des matériaux peut être une stratégie de conception pour pallier aux manques de connaissances sur les caractéristiques ou à la dégradation d'un élément de construction.

La caractérisation des bétons peut se faire par itération, par exemple en effectuant des mesures sur site afin d'obtenir une information sur la dureté. Un diagnostic visuel permet d'identifier l'état des surfaces. Les outils et méthodes de diagnostic employés par les acteurs intervenant dans des contextes de bâtiments patrimoniaux en béton peuvent être convoqués dans le cadre d'une démarche de réemploi.

### Calculs et principales normes

→ *Normes de conception* : réglementations nationales et Eurocodes.

→ *Normes de mise en œuvre* : normes et règles de l'art au niveau national (ex : NIT en Belgique, DTU en France, etc.) et la norme EN 13670 : Exécution des structures en béton.

→ *Normes produits* : relatives aux produits en béton préfabriqué (structurel et non structurel).

→ *Normes d'essais* : dans le cas du réemploi, concerne principalement les normes d'essai liées à la détermination des caractéristiques des bétons durcis.





### Disclaimer

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Bellastock dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).

Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Bellastock. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.



### Iconographie

Figure 1 : BENOIT J, SAUREL G, BILLET M, BOUGRAIN F, LAURENCEAU S, ADEME, BELLASTOCK, CSTB, REPAR#2 *Le réemploi passerelle entre architecture et industrie*, mars 2018, p108.



**Description du matériau**

**Cette fiche décrit en effet un procédé consistant à réutiliser certains types de gravats de béton issus de la démolition de bâtiments en tant que moellons pour la construction de murs de soutènement, de clôtures, de gabions et autres applications paysagères ; des ouvrages traditionnellement réalisés en pierre naturelle.**

A priori, l'ensemble des éléments en béton présent dans un édifice est susceptibles de fournir une ressource adéquate à la fabrication de moellons. Les meilleurs candidats sont les gravats de béton ne contenant pas (ou très peu) de ferrailage (afin de limiter les risques de blessure lors de la manipulation), issus de la démolition après la phase d'abatage et de pré-concassage.

Les gravats de voiles et de dalles produisent des blocs caractérisés par deux faces planes. Ils présentent ainsi des lits de pose réguliers et plans. Bien que les poteaux et les poutres présentent également des faces planes à l'origine, leur abattage donne généralement lieu à des blocs plus irréguliers, dont le gabarit correspond au volume entre armatures (selon leur dimension et la position des fers).

La réutilisation de ces gravats en tant que moellons diffère à plusieurs égards du concassage du béton en vue de produire des granulats recyclés (qui, à ce jour, reste le mode de traitement le plus courant pour les débris de béton). En effet, la réutilisation directe des moellons n'implique pas le concassage des gravats, qui gardent donc des dimensions relativement importantes (là où le concassage tend à les réduire à une granulométrie beaucoup plus fine).



Gravats de béton issus de la démolition d'une tour au Clos Saint Lazare à Stains (FR).

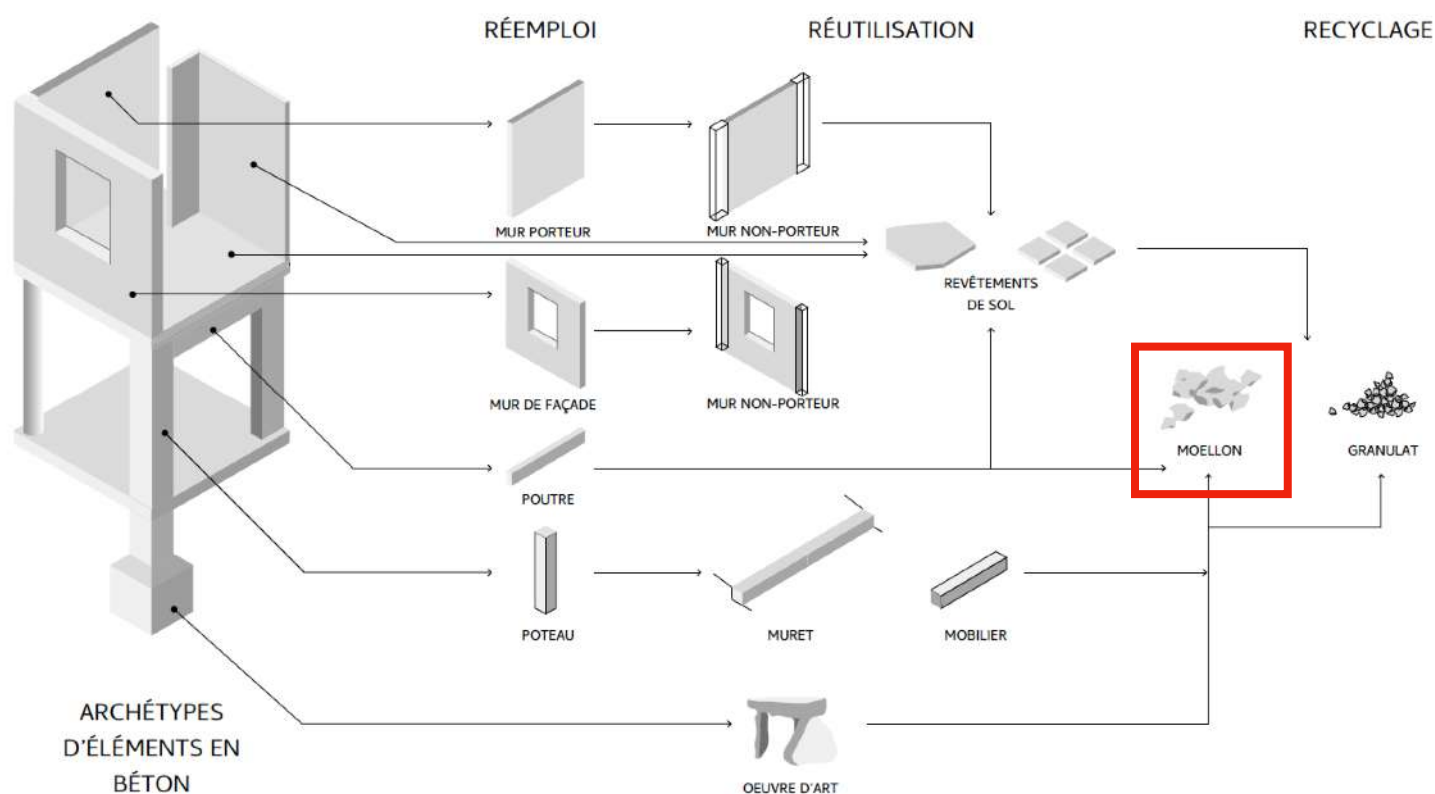


Figure 1. Schéma de principe présentant les hypothèses de solutions de réemploi à partir d'un gisement type.



## Récupération du matériau

**La récupération de moellons de béton sur un chantier de démolition s'opère entre l'abattage du bâtiment et le concassage des gravats. Elle repose sur une succession d'étapes :**

→ **Diagnostic et études préalables.** L'identification préalable des éléments de construction permet d'anticiper dans une certaine les formes possibles des moellons (la dimension, la géométrie des éléments, ainsi que le ferrailage induisent des formes de débris). L'assistance et les conseils de spécialistes du béton de même que la documentation disponible à propos du bâtiment à démolir peuvent également apporter des informations utiles.

Ces études préalables doivent également permettre d'évaluer la faisabilité et l'opportunité de récupérer les moellons selon le volume de béton à démolir, la configuration du chantier, la quantité de matériaux de réemploi à extraire et les autres contingences liées au projet. Étant donné le caractère encore expérimental de ce type de démarche, il est judicieux de s'appuyer sur l'avis d'entreprises de démolition. Le cas échéant, des tests de transformation peuvent être réalisés en phase chantier pour adapter la solution technique proposée.

→ **Collecte.** La collecte des moellons peut se faire de deux manières :

- Tri en phase d'abattage, puis transformation en pied de chantier pour obtenir les moellons souhaités.
- Tri des gravats après abattage ou à l'avancement de la phase d'abattage.

Dans les deux cas, l'usage de cribles adaptés permet d'augmenter le rendement.

→ **Transformation.** La transformation des moellons de béton est généralement assez légère. Elle consiste principalement en l'adaptation de leur forme lors de leur mise en oeuvre. Elle peut inclure également des actions de contrôle et de suppression des fers résiduels. Par mesure d'économie, il convient de disqualifier les éléments dont la transformation s'avère trop complexe. Pour cela, il est recommandé, si l'organisation du projet le permet, d'impliquer l'opérateur chargé de la pose des moellons.

→ **Stockage.** Les conditions de stockage sont à définir au regard de l'organisation globale du chantier, de la destination des matériaux et du volume à stocker.

Pour un usage sur site dans le temps du chantier on privilégiera un stockage en merlon isolé, au plus proche de la localisation de l'ouvrage à réaliser. La mise en place d'alvéoles permet de densifier le stock et de limiter son emprise au sol.

→ **Transport et livraison.** Les fragments de béton peuvent être transportés par tombereau ou camion benne et déposés en tas allongés (merlon) sur le nouveau chantier pour faciliter l'accès aux matériaux.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

## Applications et mise en oeuvre

**Les moellons de béton de réemploi s'utilisent principalement pour la réalisation de maçonneries paysagères comme des murs et murets. Il convient de s'appuyer sur les référentiels techniques relatifs à la mise en oeuvre du type d'ouvrage à réaliser (par exemple, en France, les Règles professionnelles : Travaux de mise en place de murets paysagers, d'ouvrages de retenue de sols et d'escaliers N° : C.C.4-R0).**

Les murs et murets paysagers sont réalisés avec des moellons empilés les uns sur les autres. Ceux-ci peuvent être irréguliers ou présenter une ou plusieurs faces planes. Les moellons de béton doivent être posés à plat.

Comme pour des murets en pierre naturelle, la pose des moellons de béton peut être sèche ou scellée.

La forme des moellons de béton de réemploi et leur régularité dimensionnelle peuvent influencer le choix de l'appareil. Réciproquement, la régularité attendue au niveau du joint peut influencer le choix au niveau de la forme des moellons.

Dans tous les cas, il convient de veiller à ce que les appareils de « pierre » soient corrects de tous les côtés. Les blocs de béton doivent être posés de façon alternée sur plusieurs rangs, afin que chaque joint vertical repose sur un bloc. Il ne doit pas y avoir plus de trois joints à la fois qui se croisent en un point sur les faces avant et arrière. Il faut également éviter qu'un joint vif ne traverse plus de deux lits. Il faut également s'assurer qu'il y ait au moins un bloc d'assise pour deux blocs de parement ou bien que les blocs d'assise et de parement alternent. Les blocs les plus gros doivent être posés dans les angles.

Pour faciliter la pose, le prescripteur veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot.** Les moellons doivent présenter des caractéristiques homogènes. Ceci peut impliquer la mise en place d'un principe de traçabilité pour s'assurer que tous les moellons proviennent de la même origine.

→ **Dimensions.** La géométrie des éléments peut être spécifiée en vue de faciliter la manutention (s'assurer que chaque moellon pèse moins de 25 kg, par exemple). Selon la mise en oeuvre choisie, il peut être demandé que les moellons présentent deux faces planes. D'autres prescriptions peuvent être indiquées ici si le projet prévoit un traitement particulier des moellons de remplissage, d'angle ou encore de couronnement.

→ **État.** Les moellons de béton peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des taches, des traces de moisissures, des efflorescences, etc. En revanche, ils ne peuvent pas présenter de défaut indiquant une hétérogénéité de la structure, ni de fissuration, d'écaillage, de déformation, ou d'arrachement visibles.





## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Les exigences relatives aux caractéristiques physiques et mécaniques sont directement liées à la tenue mécanique et dans le temps des moellons en béton.

En ce qui concerne les propriétés mécaniques des éléments modulaires en béton, les exigences normatives sont issues du DTU 20.1 *Travaux de bâtiment – ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs* (Norme française).

Caractéristiques	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme</b>	<p>Pour les moellons de remplissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ les moellons de béton doivent pouvoir être manipulés manuellement (poids &lt; 25kg) ;</li> <li>→ aucun ferrailage ne doit dépasser des champs du moellon ;</li> <li>→ les faces doivent être perpendiculaires pour le calepinage ;</li> <li>→ les faces doivent être planes.</li> </ul> <p>Pour les moellons d'angles et de couronnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ aucun ferrailage ne doit dépasser des champs de la pierre ;</li> <li>→ moellons à bords droits permettant d'assurer un chaînage en périphérie du muret.</li> </ul>
<b>Épaisseur des moellons</b>	<p>Variations tolérées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ l'épaisseur des moellons d'assise doit être égale à environ une fois et demi la hauteur du lit, et au moins égale à 30 cm. ;</li> <li>→ l'épaisseur des moellons utilisés en parement doit être à peu près égale à la hauteur du lit ;</li> <li>→ l'épaisseur des joints <math>\geq</math> 10 cm pour un ouvrage composé de lits de moellons.</li> </ul>
<b>Qualité de la surface</b>	Les moellons de béton présentant des défauts caractéristiques d'une structure non homogène ou présentant des fissurations, écaillages, déformation ou arrachement visibles doivent être écartés.
<b>Imperméabilité/Absorption d'eau</b>	Porosité selon EN 1936. La détermination de la résistance à l'absorption d'eau n'est pas exigée pour la première désignation de marquage définie par les normes EN 1338 et EN 1339.
<b>En présence d'aciers</b>	Les moellons de béton ne doivent pas présenter de fer apparents.

En cas d'applications spécifiques et exigeantes, des paramètres liés à des caractéristiques telles que la résistance mécanique, la résistance au gel ou l'imperméabilité pourront être mesurés et quantifiés à l'aide d'essais réalisés par des laboratoires agréés.

<b>Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)</b>	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration individuelle - ALBAMIEL - Murs en pierre naturelle ALBAMIEL d'épaisseur de 15 à 45 cm (v.1.1) *	11,4	0,02
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - Association Pierres du Sud - Mur en Pierre du Midi (v.1.2) ***	12,2	0,02
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - CERIB - Bloc en béton (pose à joints épais) (v.1.8) ***	30,6	0,14

\* Mur en pierre naturelle de 15 à 45 cm. Transport : 1623 km.

\*\* Mur porteur en pierre massive d'épaisseur 40 cm. Transport : 100 km.

\*\*\* Bloc en béton creux B40, 20 x 50 x (20 à 25 ht) posé à joints épais (ou pose maçonnerie). Distance parcourue par le produit : 57 km.

NB : les étapes de production (A1-A3) du mortier ont été ajoutées, lorsque celles-ci n'étaient pas prises en compte dans la fiche



Selon ces sources, la réalisation de 100 m<sup>2</sup> de maçonnerie paysagère en moellons de béton de réemploi permet de prévenir la production de ~3060 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication de mur en bloc de béton neuf. Cela correspond aux émissions provoquées par une petite voiture de ville à moteur diesel sur un trajet de ~18 350 km.



## Disponibilité

Les moellons de béton de réemploi ne sont pas un produit de construction commercialisé. Toutefois, dans la mesure où ce matériau est issu de récupération de gravats de béton (qui constituent la fraction principale des déchets de démolition), sa disponibilité potentielle est élevée. Virtuellement, chaque opération de démolition est susceptible d'en produire. À cet égard, il n'est pas impossible que ce produit vienne compléter les gammes de granulats de béton issus du concassage des déchets de démolition.

## Substances dangereuses et précautions

Au stade de l'investigation documentaire, certaines restrictions d'usage pourront être émises, notamment dans les cas suivants :

→ Béton ayant été soumis à une attaque chimique par les sols et les eaux souterraines naturelles (correspondant aux trois classes d'exposition XA1, XA2 et XA3 de la norme EN 206)

→ Présence éventuelle de résidus de plâtre dans le béton, à priori incompatible avec le réemploi en revêtement de sol. En effet, la présence d'eau lors de l'utilisation des pavés entraînera très probablement la formation d'espèces minérales gonflantes telle que l'ettringite ce qui engendra à terme une dégradation importante du pavé ou de la dalle.

→ Présence éventuelle d'amiante sur la surface du voile béton (isolant coupe-feu en façade, joint, colle de revêtement intérieur, etc.). Le désamiantage préalable du bâtiment peut permettre de nettoyer les éléments en béton des résidus d'amiante, un élément béton mis en œuvre au contact de l'amiante ne doit pas automatiquement être disqualifié pour le réemploi au stade du diagnostic.

### Inspiration !

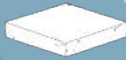
*Dans le cadre du projet de la fabrique du Clos dans le quartier du Clos-Saint-Lazare à Stains (Seine-Saint-Denis, France), deux types de pose ont été expérimentés : pose sèche et pose scellée.*

*Pour la première version, le muret en moellons de béton a été monté sans mortier de scellement, puis coffré sur 3 de ses côtés. L'entreprise a ensuite réalisé un béton autoplaçant pour sceller les pierres sur la partie non visible, ainsi qu'un enduit. Cela donne un effet de pierre saillant avec un joint creux.*

*Pour la deuxième version un coffrage périphérique a été réalisé, et une fois celui-ci rempli de moellons en vrac, un béton autoplaçant a été coulé. Les faces ont ensuite été piquetées jusqu'à ce que les moellons soient apparents.*



*Maçonnerie paysagère en moellon de béton issu d'une démolition d'un bâtiment de logement construit entre 1966 et 1970. La fabrique du Clos est un lieu démonstrateur des potentiels de réemploi d'éléments en béton issus de démolition. Il a été aménagé et construit à partir de matériaux issus de la démolition de bâtiments dans le cadre du projet de renouvellement urbain du Clos-Saint-Lazare.*



### Disclaimer

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Bellastock dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).


Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

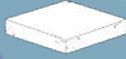
Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).

Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Bellastock. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler. 

### Iconographie

Figure 1 et Figure 2 : BENOIT J, SAUREL G, BILLET M, BOUGRAIN F, LAURENCEAU S, ADEME, BELLASTOCK, CSTB, REPAR#2 *Le réemploi passerelle entre architecture et industrie*, mars 2018, p108.





## Description du matériau

Les pavés et dalles en béton dont il est question dans cette fiche désignent des éléments modulaires obtenus par sciage, clivage ou fragmentation à la pelle mécanique d'éléments en béton présentant deux faces planes et parallèles (dalles, voiles, fermes) et utilisés comme produit de pavage et dallage. Les éléments d'origines subissent ainsi une transformation et un changement d'usage. Ils se distinguent donc des pavés et des dalles en béton qui ont été initialement produits à cette fin, et dont le réemploi est également possible (mais non abordé ici).

Les pavés et les dalles obtenus par la transformation d'éléments de construction en béton (ci-après dénommés pavés et dalles) peuvent convenir à différentes applications en extérieur : aménagement du paysage, des abords de bâtiment, des voiries et des espaces publics.

Ce sont des aspects dimensionnels qui permettent de distinguer les dalles des pavés, dans le cas des matériaux en béton préfabriqué ceux-ci doivent satisfaire les conditions suivantes :

- est considéré comme « dalle » tout élément dont la longueur hors tout divisée par son épaisseur est supérieur à 4 et dont la longueur ne dépasse pas un mètre.
- est considéré comme « pavé » tout élément la longueur hors tout divisée par son épaisseur est inférieure ou égale à 4 et à une distance de 50 mm de tout bord, aucune section transversale ne présente une dimension horizontale inférieure à 50 mm.

En pratique, les dalles et les pavés découpés dans des éléments en béton peuvent présenter des contours irréguliers. Ils ont généralement des gabarits compris entre 20 cm et 40 cm afin de faciliter la manutention.



Comparaison d'une dalle en béton de forme irrégulière issue de la démolition et d'une dalle régulière neuve



À l'heure actuelle, des éléments de pavage et de dallage issus de la transformation d'éléments de construction en béton ne sont pas commercialisés. Il s'agit d'une démarche menée à l'initiative des commanditaires et des concepteurs, tirant le plus souvent parti d'opportunités présentes sur chantier ou à proximité de celui-ci.

Différents types d'éléments de construction en béton peuvent être récupérés pour produire des dalles et des pavés, en particulier :

→ **Les voiles de refend intérieur coulés en place.** Il s'agit de murs structurels positionnés à l'intérieur du bâtiment, perpendiculairement au plan de la façade. Ces murs ont généralement une épaisseur de 15 à 20 cm. Leur hauteur correspond le plus souvent à celle d'un étage, soit environ 250 cm dans un bâtiment de logement (pour plus de détails, voir la fiche 2.91 consacrée aux « voiles en béton »).

→ **Les panneaux préfabriqués.** Il existe une grande diversité de types de panneaux préfabriqués. Si certains présentent des épaisseurs importantes (>15 cm) et contiennent beaucoup de ferrailage, d'autres s'avèrent plus fins (~10 cm) et contiennent moins (voire pas) de ferrailage. C'est notamment le cas de panneaux utilisés pour réaliser des cloisons intérieures. Ces derniers se prêtent bien à la découpe en dalles et pavés (pour plus de détails, voir la fiche 2.91 consacrée aux « voiles en béton »).

→ **Les dalles de compression sur système de plancher à prédalles.** Il s'agit d'un système de plancher composé d'une pré-dalle d'épaisseur variable (minimum 5 cm dans le cas de matériaux précontraint) sur laquelle a ensuite été coulée une dalle de compression (d'environ 10 cm d'épaisseur). Les dimensions des pré-dalles dépendent de la portée du plancher. En moyenne, elles ont une largeur de 2,50 m et une portée de maximum 5 m. On peut souvent reconnaître ce système grâce à ses sous-faces de planchers lisses et à la présence d'un joint filant perpendiculairement aux sens des poutres. Il arrive toutefois qu'une visite sur site ne suffise pas à identifier ce système avec certitude. L'étude des documents d'origine (notamment les documents d'ouvrages exécuté) peut alors apporter des informations complémentaires.

Plusieurs aspects sont à prendre en compte pour identifier les éléments sources les plus adéquats, notamment :

→ **Épaisseur.** Celle-ci doit être suffisante pour répondre aux contraintes d'installation et d'usage des dalles et des pavés (voir § « Application et mise en œuvre »).

→ **Ferrailage.** La présence de ferrailage dans les éléments d'origine tend à compliquer le processus de dépose, de transformation et de remise en œuvre des dalles et pavés. De ce fait, il est plus intéressant de se concentrer sur des éléments présentant peu ou pas de ferrailage (généralement plutôt les parois intérieures).

→ **État des surfaces.** Le cas échéant, des traitements de surface pourront être envisagés pour adapter les propriétés des surfaces.

→ **Considérations logistiques.** Notamment en matière d'accessibilité, de manutention et de planification de chantier.

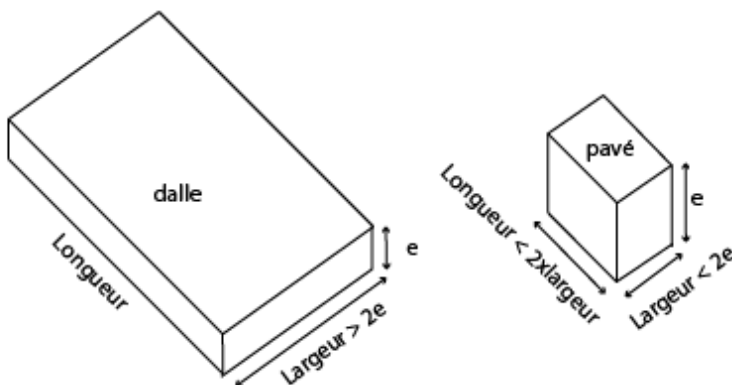
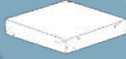


Figure 1. Caractéristiques géométriques d'une dalle et d'un pavé



## Récupération du matériau

**Avant d'être remis en œuvre, les dalles et pavés issus d'éléments de construction en béton passent par plusieurs étapes :**

1. Études préalables
2. Dépose des éléments d'origine
3. Transformation des éléments d'origine en dalles ou pavés
4. Traitements complémentaires
5. Stockage et transport

Certaines de ces étapes, notamment la dépose et la transformation, impliquent des moyens mécaniques relativement lourds. Elles nécessitent une bonne préparation et une excellente coordination avec les travaux de déconstruction. Les éléments visés doivent en effet être extraits soigneusement du bâtiment pour ensuite être transformés à terre. Ceci implique des opérations de découpe sur chantier (notamment pour la mise à nu des aciers de clavetage liant des éléments préfabriqués) et le recours à des engins de levage (avec, le cas échéant, la pose de points d'ancrage permettant la fixation des élingues).

Il s'agit dans tous les cas de mettre en place toutes les précautions nécessaires en lien avec le coordinateur sécurité du chantier.

→ **Études préalables.** Celles-ci permettent de s'assurer de la faisabilité et de la rentabilité d'une dépose des éléments visés en vue d'une transformation en pavés ou en dalles. Étant donné le caractère expérimental de la démarche, il est judicieux de s'appuyer sur l'avis d'experts dans le domaine, d'entreprises de démolition et/ou de sciage du béton, ainsi que sur les retours d'expérience menés sur des typologies constructives semblables.

→ **Dépose.** La dépose doit avant tout viser à ne pas endommager les éléments prélevés et éviter tout mélange. Le degré de soin et de précision nécessaire doit être proportionnel aux exigences relatives à l'usage des dalles et des pavés et au résultat recherché (état de surface, dimension, géométrie). Si certaines applications sont relativement peu exigeantes et s'accommodent de techniques de démolition expéditives, d'autres requièrent au contraire un soin important et une dépose spécifique.

Deux grandes méthodes peuvent être envisagées :

- A. **Dépose à l'avancement par écrêtage.** L'écrêtage désigne le fait de démolir un bâtiment du haut vers le bas. Chaque étage est démolit par des petits engins pilotés depuis la cabine ou commandés à distance. Les matériaux sont généralement évacués au fur et à mesure par les trémies d'ascenseur ou par un système de goulotte. Un système de levage est amené au droit du bâtiment afin d'acheminer les opérateurs et les engins. Dans cette approche, les éléments à récupérer sont donc rendus accessibles au fur et à mesure de l'avancement de la démolition. Les manipulations nécessaires au sciage des voiles et/ou à l'élingage des panneaux préfabriqués doivent être prises en compte dans le planning du chantier. Selon les possibilités, il peut être envisagé de pré-découper les éléments directement aux dimensions requises pendant la dépose des éléments, cela permet de limiter les volumes de matériaux à déplacer à partir de la dépose.
- B. **Collecte à l'abattage par prélèvement à la pelle mécanique.** Dans cette approche, le bâtiment est démolit de façon plus expéditive et les éléments à récupérer sont prélevés dans les gravats. Cette méthode a l'avantage de ne pas ralentir la démolition mais s'avère nettement plus aléatoire quant à ses résultats. Une stratégie de tri mécanique à l'abattage du bâtiment doit dans tous les cas être établie en concertation avec l'entreprise de démolition afin de garantir un minimum de résultats, limiter les mélanges et éviter de rendre inexploitable certains éléments.

→ **Transformations.** La production des pavés et des dalles à partir d'éléments en béton plus ou moins complets (voiles et dalles entières ou fragments de ceux-ci) nécessite a minima un traitement des chants et un calibrage pour obtenir un produit au format souhaité et facile à mettre en œuvre.

Des fragments aux formes très irrégulières peuvent être posés selon un appareillage en opus incertum. Ceci permet de limiter les opérations de transformation au traitement des chants, qui peut être réalisé à l'avancement pendant la pose du revêtement de sol. Lors de la pose, les maçons devront toutefois procéder à de petits ajustements entre les différents morceaux. De ce fait, cette mise

en œuvre nécessite un savoir-faire spécifique. Comparée à d'autres appareillages, elle est relativement chronophage..

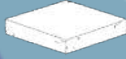
Des pavés et des dalles orthogonales peuvent être obtenus en sciage des éléments d'origine aux dimensions souhaitées. Le sciage peut être réalisé au moyen d'une scie sur rail ou d'une scie sur portique avec table pivotante. Ce dernier dispositif permet des mouvements sur trois axes et un débit plus important. La mise en place d'un tel dispositif doit être étudiée en détail.

*Note :* l'utilisation d'une cliveuse hydraulique telle qu'utilisée pour la production de pavés en roche naturelle n'a pas encore été expérimentée pour le béton. Pour des volumes importants, il est possible que cette solution présente un intérêt en matière de rentabilité. La façon dont se comporte le béton lors d'une telle opération reste cependant une inconnue.

→ **Traitements complémentaires.** Selon les exigences relatives à l'usage visés, les pavés et les dalles peuvent faire l'objet de traitements supplémentaires, notamment :

- **Traitement de surface.** Il existe une multitude de traitements de surface pour le béton : bouchardage, polissage, grenailage, etc. Dans le cas des revêtements de sol, ces traitements visent généralement à réduire la glissance. Ils peuvent également être motivés par des raisons esthétiques (mise en évidence des grains du béton, par exemple) ou pour améliorer sa durabilité (résistance à l'usure et à l'en-crassement, par exemple).
- **Traitement de la porosité.** Pour réduire les risques de dégradation du béton (notamment provoquées par les cycles de gel/dégel), l'application d'un produit bouche-pores ou minéralisant peut contribuer à rendre la surface du béton hydrofuge.

Dans tous les cas, le choix de ces traitements de surface doit tenir compte des revêtements d'origine éventuellement encore présents sur les pavés et les dalles.



→ **Stockage.** Les dalles et pavés peuvent être conditionnés sur palette. Attention à la masse importante de ces éléments. Sur palette, les éléments doivent être maintenus en place au moyen d'un dispositif de cerclage et/ou d'un film thermo-rétractable ou étirable (attention à la surproduction de déchets d'emballage). La disposition des éléments sur la palette doit se conformer aux règles élémentaires de stabilité et de régularité, notamment en respectant le plein sur joint.

Les éléments de grand format peuvent être superposés les uns sur les autres en intercalant entre chaque élément des cales en bois.

Bien qu'ils soient inertes par nature, pour des longues périodes de stockage, il est recommandé de protéger les dalles et les pavés des intempéries (par exemple par bâchage ou stockage couvert).

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires doivent être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser les chutes et les chocs (palette sanglée, etc.). Sauf en cas d'utilisation d'équipement spécifiques, le transport devra se faire à plat. Des racks peuvent cependant être utilisés, comme le font les fabricants de murs à coffrage intégré pour un transport sur chant. Les moyens de levage doivent être cohérents avec les dimensions et le poids des pièces à manutentionner. Il est conseillé d'impliquer des spécialistes pour garantir le bon déroulement de ces opérations.

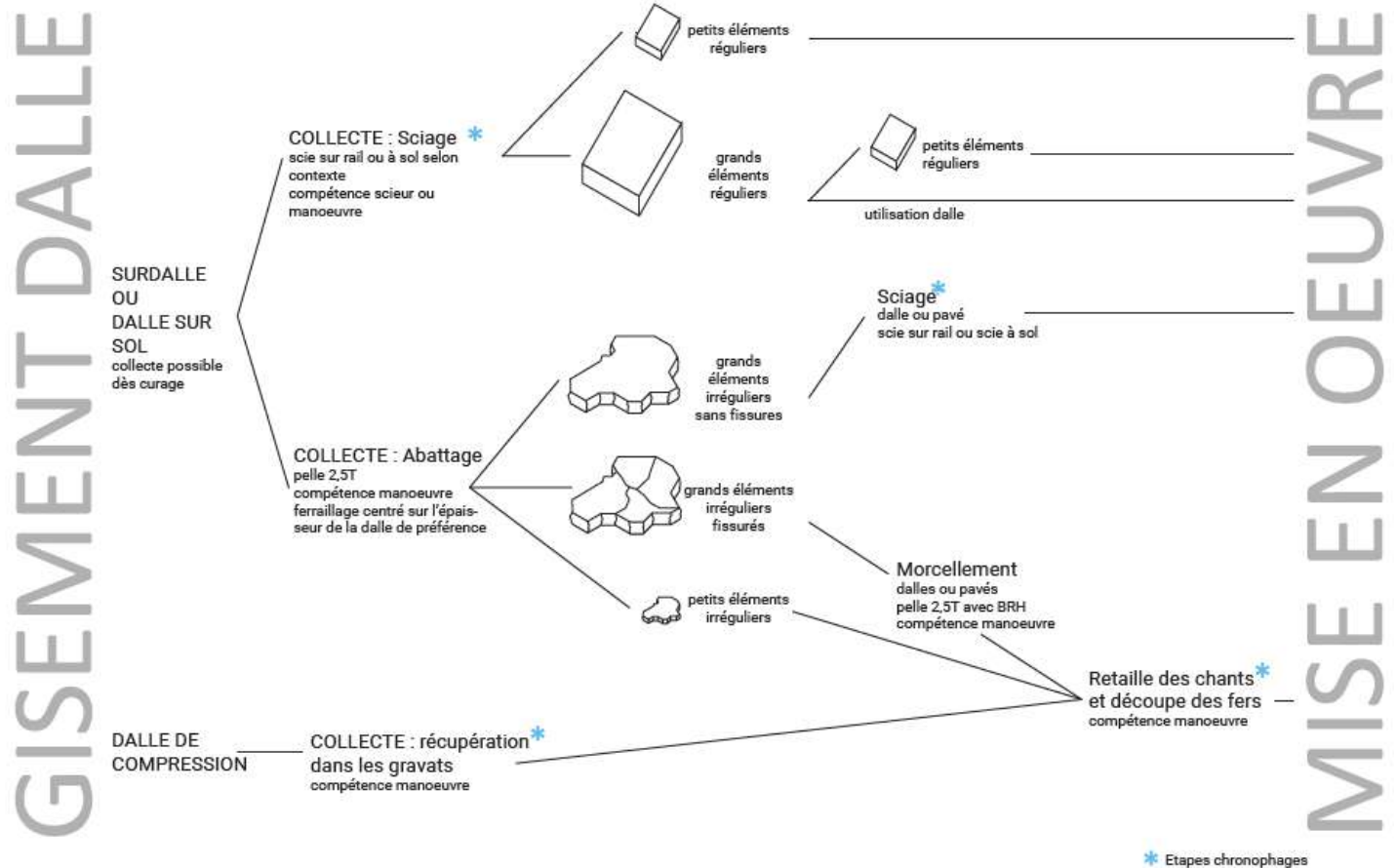


Figure 2. Les étapes de la dalle au produit, cas de récupération d'une dalle de compression. Le contrôle des performances techniques du béton se fait en amont des opérations de collecte. Le contrôle de l'état des matériaux se fait à chaque étape du processus.





## Applications et mise en œuvre

**Les pavés ou dalles issus du découpage d'éléments de construction en béton s'utilisent principalement comme revêtement de sol extérieur.**

Leur mise en œuvre doit respecter les mêmes points d'attention et les mêmes réglementations que leurs équivalents neufs, notamment - et de façon non exhaustive - en matière de glissance, de durabilité, de choix des méthodes de pose, de préparation des sous-couches de pose, de gestion des pentes, de l'épaisseur des joints, etc. Les aspects réglementaires sont notamment repris dans les normes suivantes : pavés pour voirie et espace public : EN 1338 - Pavés béton - prescriptions et méthodes ; normes d'usage, dont EN 12371- Méthodes d'essai pour pierres naturelles - détermination de la résistance au gel (gélivité), EN 14231- Méthodes d'essai pour les pierres naturelles - Détermination de la résistance à la glissance au moyen du pendule de frottement (glissance), EN 1936 - Méthode d'essai des pierres naturelles - détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouvertes et totale (abrasion et porosité), et EN 13242 - Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées (résistance aux charges d'exploitation).

Pour faciliter la pose, le prescripteur veillera à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Composition du lot.** La provenance des matériaux doit garantir l'homogénéité de leurs caractéristiques.

→ **Dimensions.** Privilégier des éléments faciles à manutentionner. À titre indicatif, un gabarit de 20 à 40 cm de diamètre, présentant deux faces parallèles planes, pour une masse to-

tales de moins de 25kg constitue un bon candidat. L'utilisation de dalles de grand format n'est pas impossible mais implique des engins et une mise en œuvre spécifiques. Des études d'exécution et un dialogue avec des entreprises spécialisées sont alors à anticiper.

L'épaisseur des éléments varie selon les charges d'exploitation et les caractéristiques mécaniques du béton (qui dépendent ici des matériaux prélevés).

Tolérance dimensionnelle : la variation d'épaisseur entre les pavés doit être < 3 mm.

La dimensions des joints entre pavés doit être comprise entre 2 et 4 mm. Il conviendra de prévoir une étude spécifique si l'épaisseur des joints est supérieure à 4 mm. De manière générale, les dimensions des éléments doivent être relativement homogènes pour permettre d'assurer une largeur de joint acceptable lors de la pose.

→ **Teinte.** La teinte dépend fortement du béton d'origine (généralement dans les tons gris) et varie selon sa qualité, sa date et son

lieu de fabrication. Des variations peuvent également être dues aux sollicitations en phase d'usage, aux traitements précédemment appliqués, etc. À moins que le projet ne requiert expressément l'usage de teintes particulières (par exemple, dans un contexte de rénovation patrimoniale), il est recommandé de rester relativement ouvert sur cette caractéristique.

→ **État.** Les pavés ou dalles en béton de réemploi peuvent présenter des altérations mineures telles que des traces d'usure superficielle, des taches, des traces de moisissures, des efflorescences, etc. En principe, celles-ci n'affectent pas l'aptitude à l'usage. En revanche, les éléments ne doivent pas présenter de défaut indiquant une hétérogénéité de la structure, ni de fissuration, ni d'écaillage, ni de déformation ou d'arrachement visibles, sous peine de disqualification.

→ **Quantité.** La perte de matériaux pendant le processus d'extraction et de production des dalles et pavés est à étudier en amont, de façon à évaluer la quantité finale de matériaux prêts à la pose.



Les « Opus incertum » du Clos Saint Lazare à Stains (FR), 2017. Les bétons issus de la démolition d'un bâtiment de logements construit en 1959 ont fait l'objet d'un réemploi sur site pour revêtir le sol des espaces extérieurs.

### Astuce conception !

Lorsque les contraintes d'usage le permettent, une pose sèche est à privilégier à une pose scellée. Celle-ci offre en effet plusieurs avantages : faciliter l'entretien, préserver la perméabilité des sols et permettre un éventuel réemploi futur des éléments !



## Caractéristiques et aptitudes à l'usage

Les exigences relatives aux caractéristiques physiques et mécaniques sont directement liées à la tenue mécanique et dans le temps des pavés et dalles, lesquelles dépendent en grande partie des qualités du béton d'origine à partir duquel ils sont produits. En ce qui concerne les propriétés mécaniques des éléments modulaires en béton, les exigences normatives (EN 1338 et EN 1339) portent sur les caractéristiques suivantes :

	<b>Type d'emploi 1</b> <i>Pavés en béton pour jardin</i>	<b>Type d'emploi 2</b> <i>Pavés en béton pour voirie et espace public</i>	<b>Type d'emploi 3</b> <i>Dalles en béton pour voirie et espace public</i>
<b>Charge de rupture par unité de longueur (essai de rupture par fendage)</b>	X	X	X
<b>Résistance à la traction par fendage</b>		X	
<b>Résistance à la flexion</b>			X

<b>Caractéristiques</b>	<b>Commentaires</b>
<b>Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme</b>	Ces caractéristiques sont dépendantes de la découpe. Le caractère irrégulier des pavés/dalles en béton de réemploi influence l'épaisseur des joints lors de la mise en œuvre.
<b>Épaisseur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavé : épaisseur minimale de 60 mm pour les voies carrossables ;</li> <li>• Dalle : pour les charges de trafic léger il n'est pas défini d'épaisseur minimale, mais il convient de respecter les exigences relatives à la résistance à la flexion ;</li> <li>• La différence entre 2 mesurages de l'épaisseur d'une même dalle &lt; 3mm ;</li> <li>• Les éléments ont des chants droits, avec une tolérance de +/- 1cm.</li> </ul>
<b>Qualité de la surface</b>	Les pavés présentant des défauts caractéristiques d'une non hétérogénéité de la structure, ou présentant des fissurations, écaillages, déformation ou arrachement visibles doivent être écartés. Examen visuel à l'abattage et/ou autocontrôle par ferroskan.
<b>Imperméabilité/Absorption d'eau</b>	Porosité selon EN 1936. La détermination de la résistance à l'absorption d'eau n'est pas exigée pour la première désignation de marquage définie par les normes EN 1338 et EN 1339.
<b>Résistance à la rupture par fendage</b>	L'épaisseur des pavés béton devra être estimée en fonction de la résistance en compression du produit initial. A noter que les bétons utilisés dans le bâtiment appartiennent majoritairement à la classe de résistance C25/30, ce qui donne une résistance à la charge de rupture par fendage et par unité de longueur suffisante dès que l'épaisseur du produit est supérieure à 60 mm.
<b>Résistance au gel/ dégel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de préconisation pour les pavés pour le type d'emploi 1.</li> <li>• Pas de préconisation pour les pavés et dalles pour le type d'emploi 2 et 3 sauf si conditions spécifiques comme contact fréquent avec des sels de déverglaçage (selon les normes EN 1338 et EN 1339).</li> </ul>
<b>Résistance à l'abrasion (usure)</b>	La détermination de la résistance à l'abrasion n'est pas exigée pour la première désignation de marquage définie par les normes EN 1338 et EN 1339.
<b>Glissance</b>	La résistance à la glissance doit être évaluée, en particulier si la surface du pavé a été polie ou meulée. À défaut, des traitements de surface peuvent améliorer cette caractéristique.
<b>Aciers</b>	<p>La corrosion des armatures éventuellement présentes dans les pavés issus du réemploi de béton n'est pas souhaitable. Les précautions suivantes sont à prendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirer un maximum de fers lors de la fabrication des éléments modulaires</li> <li>• Fabriquer les pavés de telle sorte que les armatures résiduelles soient placées horizontalement par rapport à la surface de pose.</li> <li>• S'assurer, par observation visuelle et via un test à la phenolphthaléine que l'enrobage des armatures est suffisant</li> <li>• Lors de la mise en œuvre d'éléments modulaires contenant des armatures résiduelles, privilégier une pose sèche permettant un développement d'éventuels produits de corrosion en limitant la pression sur le joint et sur le béton.</li> </ul>

En cas d'applications spécifiques et exigeantes (forte exposition aux sels de déverglaçage, classe de trafic élevée, etc.), les caractéristiques telles que la résistance mécanique, la résistance au gel ou l'imperméabilité pourront être mesurées à l'aide d'essais réalisés par des laboratoires agréés.



### Disponibilité

Les pavés et dalles issus du découpage d'éléments de construction en béton ne sont pas des produits commercialisés. À ce jour, il s'agit d'une stratégie applicable à l'échelle d'un projet, en identifiant un chantier source.

### Prix indicatifs (Hors Taxes)

L'absence de filière commerciale établie ne permet pas d'indiquer le prix de vente des dalles et pavés. Le coût des opérations est à étudier pour chaque projet, en tenant compte de facteurs tels que la quantité de matériaux en jeu, la complexité du démontage, les opérations de transformation requises, les contraintes de remise en œuvre, etc.

### Substances dangereuses et précautions

Au stade de l'investigation documentaire, certaines restrictions d'usage pourront être émises, notamment dans les cas suivants :

→ Présence d'amiante dans les revêtement appliqués sur le béton ou dans le béton. L'étude du diagnostic amiante en amont permet de contrôler la présence d'amiante, en cas de suspicion il est préférable d'établir des prélèvements et un diagnostic amiante complémentaire. En règle générale, lors d'une démolition les surfaces amiantées sont retirées avant démolition des bétons.

→ Béton ayant été soumis à une attaque chimique par les sols et les eaux souterraines naturelles (correspondant aux trois classe d'exposition XA1, XA2 et XA3 de la norme EN 206).

→ Présence éventuelle de résidus de plâtre dans le béton, a priori incompatible avec le réemploi en tant que revêtement de sol. En effet, la présence d'eau lors de l'utilisation des pavés risque d'entraîner la formation d'espèces minérales gonflantes telle que l'ettringite, susceptible d'engendrer à terme une dégradation du pavé ou de la dalle.



#### En savoir plus !

À titre indicatif, l'étude REPAR#2 menée en France en 2017 sur un cas concret de réemploi sur site d'éléments en béton en tant que revêtements de sol extérieurs (60 m²) a démontré que cette démarche pouvait mener à des économies de l'ordre de 10€/m². Ces résultats doivent toutefois être interprétés à la lumière du caractère spécifique du cas d'étude et des hypothèses prises en compte pour réaliser les calculs.

Lien : <https://www.bellastock.com/projets/repar-2/>

Coût des étapes supplémentaires par m²	Prix	Coût des étapes évitées par m²	Prix
Diagnostic réemploi	0,7€	Traitement des matériaux (évacuation de la matière après démolition)	15,2€
Abattage sélectif	8,8€	Achat de matériaux neufs (yc transport)	20,0€
Transport vers site d'utilisation	0,4€		
Transformation / préparation de la matière	14,2€		
Intégration dans le projet architectural	1,2€		
<b>TOTAL procédé constructif en « réemploi »</b>	<b>25,2€</b>	<b>TOTAL procédé constructif en classique</b>	<b>35,2€</b>
<b>RÉSULTATS - Économie générée par le réemploi (en €/m²)</b>			<b>-10€</b>

### Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration individuelle - PREFABRICATS LLEILDA SL - Revêtement extérieur: pavé (v.1.2) *	21,6	0,08
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - SNBPE - Dallage sur terre-plein en béton d'épaisseur 0.15 m, C25/30 XC1 CEM II/A **	49,8	0,14

\* Pavé de 8 x 10 x 20cm. Trajet : 400 km.

\*\* Distance de transport : 18,5km, pour un dallage béton de 15cm d'épaisseur. 30 kg d'acier /m<sup>3</sup>. NB : les étapes de production (A1-A3) de l'acier ont été ajoutées, lorsque celles-ci n'étaient pas prises en compte dans la fiche.



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> d'éléments en béton pour la conception de pavés et dalles en béton de réemploi permet de prévenir la production de ~2160 à ~4980 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication d'éléments neufs (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~12 950 à ~29 900 km effectué dans une petite voiture diesel.



**Disclaimer**

La présente fiche s'adresse aux concepteurs, aux prescripteurs et aux équipes de projets de construction désireux de réemployer le matériau ou produit de construction concerné. Elle fait partie d'une collection de fiches visant à rassembler les informations disponibles à ce jour et susceptibles de faciliter le réemploi des matériaux et produits de construction.

Cette fiche a été réalisée par Bellastock dans le cadre du projet Interreg FCRBE - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, soutenu par l'ensemble des partenaires du projet. Les sources d'information incluent l'expérience des fournisseurs professionnels de matériaux de réemploi et des partenaires du projet impliqués, les leçons tirées de projets exemplaires, la documentation technique disponible, etc.

Les fiches ont été réalisées entre 2019 et 2021. Le secteur du réemploi étant en pleine évolution, certaines informations, notamment celles concernant les prix et la disponibilité, sont susceptibles de varier au cours du temps.

Lorsque le texte fait référence à des normes européennes, il appartient aux auteurs de projet de se référer, le cas échéant, à leurs transpositions nationales ainsi qu'aux spécificités locales.

Il est important de noter que les informations présentées ici ne sont pas exhaustives et ne visent pas à remplacer l'expertise des professionnels. Les questions spécifiques sont toujours liées à un projet et doivent être traitées comme telles.

La collection complète des fiches (y compris la fiche d'introduction générale) est disponible gratuitement sur différents sites de référence (e.a. [opalis.eu](http://opalis.eu), [nweurope.eu/fcrbe](http://nweurope.eu/fcrbe), [futureuse.co.uk](http://futureuse.co.uk)).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu) et [www.salvoweb.com](http://www.salvoweb.com).

---

Partenariat Interreg FCRBE : Bellastock (FR), le Centre Scientifique et Technique de la Construction / CSTC (BE), Bruxelles Environnement (BE), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), la Confédération de la Construction (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) et l'Université de Brighton (UK).

Les informations contenues dans ce document ne reflètent pas forcément la position de l'ensemble des partenaires du projet FCRBE ni celle des autorités de financement.

Sauf mention contraire explicite, le contenu de ces fiches est crédité au format Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike format (CCBY-NC-SA).

Sauf mention explicite, les images utilisées dans ce document appartiennent à © Bellastock. Les autres images ont fait l'objet d'une demande systématique d'autorisation auprès de leurs auteurs ou ayants droit. Lorsque celle-ci est restée sans réponse, nous avons présumé que l'utilisation projetée de l'image ne posait pas d'objection. Si cette interprétation vous paraît abusive, merci de nous le signaler.

**Iconographie**

Figures 1 à 8 : Guide méthodologique et technique pour le réemploi de béton en murs, Rédacteur Etienne Prat, CSTB. Dans *REPAR#2 Le réemploi passerelle entre architecture et industrie*, mars 2018, BENOIT J, SAUREL G, BILLET M, BOUGRAIN F, LAURENCEAU S, ADEME, BELLASTOCK, CSTB.



### Description du matériau

**Les murs ou voiles en béton désignent des parties d'ouvrages pleines et verticales, en béton armé, préfabriquées ou coulées directement sur place (béton banché).**

Selon leur usage, ils peuvent être qualifiés de :

→ *voiles porteurs* (ou autoportants). Ils contribuent à la stabilité de l'édifice en supportant principalement des charges verticales (e.a. voiles extérieurs, murs de refend, etc.)

→ *voiles non porteurs*. Ils ne reprennent pas d'autres charges que leur poids-propre (e.a. cloisonnements intérieurs, etc.).

On parle de « voile » lorsque la longueur de l'élément est égale à au moins 4 fois son épaisseur. L'épaisseur varie en fonction de la charge à reprendre, avec un minimum de 15 cm pour les voiles exposés aux intempéries. Une épaisseur comprise entre 10 et 15 cm peut néanmoins être admise sur des surfaces limitées pour autant qu'elle reste compatible avec les dispositions constructives de ferrailage.

Les voiles *intérieurs*, comme les murs de refends et les murs situés de part et d'autre d'un joint de dilatation, ne sont pas exposés à la pluie. Ils se distinguent des voiles *extérieurs* dont l'étanchéité à la pluie est généralement assurée par un revêtement étanche.

De manière générale, les voiles récupérés en vue d'un réemploi se présentent sous la forme de panneaux de forme rectangulaire pouvant aller jusqu'à 3 × 2m.

Les voiles en béton ne sont pas un produit couramment disponible sur le marché du réemploi. Il est toutefois possible d'entreprendre une démarche de réemploi spécifique, dans le contexte d'un projet donné et à l'initiative des commanditaires et des concepteurs.

Plusieurs éléments d'architecture sont susceptibles d'être réemployés en tant que voiles en béton :

→ *les voiles de refend intérieurs coulés sur place*. Il s'agit de murs structurels positionnés à l'intérieur des bâtiments, perpendiculairement à la façade. Les murs de refend travaillent en compression et sont généralement faiblement ferrailés. Les armatures sont situées au droit des ouvertures et aux extrémités des murs. Le fait qu'ils n'aient pas été exposés aux intempéries facilite leur réemploi.

Ces murs ont une épaisseur variable entre 15 et 20 cm, leur hauteur correspond le plus souvent à celle d'un étage, soit environ 250 cm dans un bâtiment de logement. Les surfaces de murs permettent de produire des éléments de taille variable suivant le calepinage souhaité et la classe d'usage. Le rapport épaisseur surface est à prendre en compte.

→ *les panneaux en béton préfabriqués*. L'usage régulier d'éléments préfabriqués en béton est apparu après la seconde guerre mondiale, dans un contexte de reconstruction à grande échelle. Dans la mesure où il y a eu une grande diversité de procédés de préfabrication, on retrouve une grande variété d'éléments, y compris au sein d'un même bâtiment : variété de formats, épaisseurs différentes selon les applications, variabilité

de composition (densité des fers et armatures, avec ou sans parement, multicouches ou non, présence d'une couche isolante insérée dans la voile, etc.).

De manière générale, la présence plus importante de ferrailage (en particulier dans les panneaux de plus de 10 cm d'épaisseur) rend les opérations de découpe des panneaux préfabriqués plus compliquées. Lorsque c'est possible, le réemploi de l'élément dans son entièreté est à privilégier. Les éléments plus fins (par exemple, issus de cloisons intérieures) sont généralement moins ferrailés et se prêtent mieux à la découpe.

Concernant la  *finition*  des éléments en béton issus du réemploi, il faut distinguer l'état des surfaces après la collecte des éléments et les finitions souhaitées lors de la phase de préparation des matériaux en vue de leur réemploi. Les éléments en béton sont généralement collectés après la phase de curage, c'est-à-dire après la dépose des matériaux de second œuvre. Pour simplifier, dans un contexte de valorisation du béton par le recyclage, le curage a notamment comme objectif, de retirer tous les matériaux non inertes qui pourraient dégrader la qualité du béton en vue d'une valorisation optimale. Cette étape du chantier peut donc avoir un impact sur l'état des surfaces fini du béton.

Par ailleurs, la présence de substances dangereuses (e.a. amiante, plomb), entraîne dans la plupart des cas, des travaux de retrait de ces substances. Suivant leur localisation, ces travaux consistent à la dépose des revêtements et au ponçage des surfaces. Les travaux de désamiantage impactent donc également l'état de surface des éléments finis.

Ainsi, suivant la nature des revêtements, la stratégie de l'entreprise de démolition, les conditions de chantier, la nature des finitions du béton peut varier. Prendre en considération les effets du chantier permet d'affiner la stratégie de traitement de surface des matériaux à réemployer.

Concernant le traitement des surfaces après collecte et en vue du réemploi, la palette de finition est la même que celle applicable au béton sec : bouchardage, polissage, grenailage, etc.



Voiles préfabriquées après décapage des revêtements intérieurs et désamiantage des surfaces, avant démolition ou déconstruction du bâtiment.



## Récupération du matériau

**La récupération de voiles en béton nécessite des moyens mécaniques lourds qui peuvent être ceux du chantier de démolition. La récupération est dépendante de plusieurs facteurs : contraintes de chantier, localisation des éléments dans le bâtiment et résultat recherché. Elle nécessite des études de dépose soignée complémentaires aux études classiques de démolition ; l'objectif étant de préserver l'intégrité des éléments pour pouvoir les réemployer. Certaines étapes doivent être anticipées, notamment si un sciage est prévu en amont de l'abattage du bâtiment, ou s'il faut poser des points d'ancrage pour permettre le levage des éléments à collecter, ou encore pour mettre à nu des aciers dit « de clavetage » afin de séparer des éléments préfabriqués et permettre leur levage.**

Il s'agit dans tous les cas de mettre en place toutes les précautions nécessaires en lien avec le coordinateur de sécurité du chantier.

→ **Test de démontage** (ou avis expert). Il permet de s'assurer en pratique de la fiabilité technique et économique de la dépose envisagée. Étant donné le caractère expérimental de la démarche, il est judicieux de s'appuyer sur l'avis d'experts et d'entreprises de démolition et/ou de sciage du béton, ainsi que sur les retours d'expérience menée sur des typologies constructives semblables.

→ **Diagnostic**. La mission de diagnostic est généralement organisée en deux phases :

1. Recherche et analyse des documents existants apportant des renseignements sur l'ouvrage à démolir. Cette phase est complétée par une campagne de reconnaissances sur site.
2. Réalisation de sondage sur les éléments. Dans le cas de voiles porteurs, il est recommandé d'augmenter le nombre d'essais et de reconnaissances des matériaux pour augmenter la fiabilité des résultats.

*Lorsque le gisement résulte de l'assemblage d'éléments préfabriqués, l'analyse des documents d'exécution facilite la localisation des zones de clavetage et autres liaisons.*

L'objectif du diagnostic dans le cadre du réemploi de béton armé est d'avoir une image représentative de la structure et de son état. Pour cela, il convient de réaliser les reconnaissances suivantes :

- Contrôle visuel de l'épaisseur du mur en béton armé ;
- Contrôle visuel de l'état des armatures du béton armé et mesures de diamètres des fers ;
- Mesure de la profondeur de carbonatation. (i.e. la carbonatation est une réaction chimique provoquant le vieillissement naturel du béton) ;
- Mesure de l'enrobage des armatures du béton armé et des espacements. (i.e. l'enrobage correspond à l'épaisseur de béton entre une armature et la peau de la paroi. Elle permet d'assurer la protection contre la corrosion du ferrailage) ;
- Essai de résistance en compression du béton ;
- Essais de convenance de cohésion superficielle et/ou d'arrachement (i.e. la cohésion superficielle du béton est la pression qui permet aux molécules de tenir entre elles. Elle indique la résistance à l'arrachement de la couche superficielle du béton. Elle permet de mesurer l'adhérence des produits de réparation sur le béton).

Plusieurs critères aiguillent le choix et permettent de vérifier le potentiel d'un lot de voiles en béton pour le réemploi :

- **Ferrailage**. La densité et la répartition du ferrailage peut être évaluée à l'aide de la documentation existante, d'outil détecteur (type ferroskan) et de sondages. Il convient d'écarter les éléments présentant des éclats de béton occasionnés par l'oxydation des fers dans le béton.
- **Épaisseur**. Il est préférable qu'elle soit supérieure à 16 cm et que l'écart d'épaisseur entre les panneaux ne dépasse pas 1 cm.
- **Rectitude**. Pour des panneaux préfabriqués rectangulaires, l'écart entre bords parallèles est préférablement égal à maximum 1 cm ou 5 mm/mètre linéaire de distance entre les bords concernés.
- **Intégrité**. Les éléments ne doivent pas présenter de fissurations traversantes ou d'épaisseur supérieure à 1 mm. Ils doivent être exempts de réseaux de fissures généralisées pouvant présager d'une certaine faiblesse.

• **Etat**. Il convient de vérifier l'absence d'épaufrures provoquées par un choc accidentel sur le parement ou sur l'arête des éléments.

• **Accessibilité**. Il convient de tenir compte de l'emplacement des éléments à démonter dans le bâtiment.

→ **Dépose**. Les méthodologies de dépose sont variables suivant la nature, les quantités et la situation des éléments à récupérer, ainsi que selon le nouvel usage envisagé pour l'élément. L'important est de ne pas endommager les éléments et de limiter les mélanges. La méthode de dépose varie selon qu'il s'agisse de panneaux préfabriqués ou de voiles coulés sur place. Dans tous les cas, on cherchera à :

- optimiser le rapport entre les efforts supplémentaires à fournir et le résultat recherché.
- recréer les conditions de pose d'éléments préfabriqués : pose de points de levage (perçage ou pose d'anneaux).

Pour faciliter la dépose soignée des voiles, la méthode d'écrêtage, qui consiste à déconstruire le bâtiment depuis le niveau haut vers les niveaux bas, est la plus propice. Elle permet la mise en place d'engins et de personnes dans le bâtiment pour préparer l'accès aux éléments à collecter. Des engins de levage complémentaires interviennent pour le levage depuis le sol au droit de l'édifice.



Exemple de voile en béton après une dépose par grignotage © Alexis Leclercq





Ainsi, la méthode suivante pourra être envisagée :

1. Dépose du plancher haut tenant le mur en tête, afin de dégager une prise pour le mur.
2. Dépose de l'élément par grignotage en pied de mur ou par arrachement du mur en tête par basculement. Cette dernière méthode est toutefois à proscrire pour les voiles porteurs en béton armé. Cette pratique conduit en effet à la plastification (i.e. le dépassement de la limite élastique) des armatures verticales en pied de mur, rendant celles-ci impropres à un nouvel usage structurel.
3. Sciage. Avant la dépose, il est possible de scier les voiles, suivant une technique adaptée au produit final recherché et à la manutention. Le temps nécessaire au sciage doit être intégré au planning du chantier. Pour la dépose des voiles préfabriqués, une simple mise à nu des assemblages est parfois suffisante sans avoir besoin de recourir au sciage.
4. Couchage des voiles au niveau, à l'aide d'une mini-pelle.
5. Redimensionnement des éléments selon les dimensions finales souhaitées (facultatif). Cette opération peut être réalisée ultérieurement en atelier.
6. Collecte finale à l'abattage, par prélèvement à la pelle mécanique équipée d'un panier de tri (i.e. un panier de tri est une pince formée de deux mâchoires métalliques dont la surface de contact est une ligne droite, ce qui permet de répartir la pression exercée sur le matériau et limiter les chocs).
7. Mise en place d'éléments de levage (e.a. *Figure 1*) et élingage des éléments permettant d'assurer une manutention plus soignée.



Figure 1. Exemple de système de levage

A cette étape, il est indispensable que les éléments soient tracés et identifiables. Il convient de ne pas mélanger des éléments présentant des caractéristiques différentes en fonction :

- de l'orientation du voile lors du prélèvement (refend ou façade) ;
- de la constitution du ferrailage (section d'acier) ;
- de l'enrobage (possibilité de contrôler sur les contours des panneaux) ;
- de la profondeur de carbonatation (ce paramètre est susceptible d'évoluer pendant la durée du stockage).

→ **Opérations de transformation.** La préparation des éléments dépend du nouvel usage visé. Les opérations réalisées doivent notamment permettre de s'assurer de la solidité du composant et de sa durabilité.

- **Sciage.** Permet d'obtenir un voile rectangulaire à partir d'un élément brut et irrégulier. La rectitude des panneaux peut être rattrapée de façon à obtenir l'écart admissible souhaité.
- **Re-passivation des aciers.** La passivation consiste à rendre les aciers d'armatures passifs, à travers l'application d'une pellicule protectrice, dite de passivation. Cette pellicule permet de protéger les aciers de la corrosion. Elle est formée par l'action de la chaux libérée par les silicates de calcium sur l'oxyde de fer. Ponctuellement, il est possible de repasser l'acier si besoin. Cela nécessite le piquetage par burineur du béton adjacent, puis la passivation des aciers et la reconstitution de la couche d'enrobage. Si le besoin de repassivation est généralisé, il est préférable de mettre l'élément au rebut.



Sciage de voiles béton avant leur réemploi  
© Alexis Leclercq

- **Réparations.** Du mortier de réparation pourra être appliqué pour combler d'éventuels éclats dus à la collecte ou au transport.
- **Préparation des chants** (pour un mur au fonctionnement de type mur maçonné). Dans le cas où le mode de résistance au cisaillement de l'élément met à contribution la jonction au mortier entre les chants du panneau et leur support, il est possible de préparer les chants pour donner un aspect rugueux aux contours du voile afin d'augmenter l'adhérence. Cette opération peut être réalisée par burinage.
- **Traitement de la porosité.** Pour réduire les risques de dégradation du béton dans le temps, notamment dus aux cycles de gel/dégel, l'application de produit peut s'avérer nécessaire. Il s'agit de bouche pore ou minéralisant rendant le béton hydrofuge. Ces traitements peuvent être réalisés en atelier ou lors de la remise en œuvre.
- **Scellement d'armatures** (pour un mur au fonctionnement de type mur en béton armé). Le réemploi pour une utilisation dans un mur en béton armé peut nécessiter le scellement d'armatures sur le pourtour du voile. Cette possibilité doit être étudiée avec le fabricant du système de scellement en fonction de divers paramètres (épaisseur des voiles, résistance à la traction du béton, diamètre des armatures, etc.). Les chants peuvent être rendus rugueux par burinage du pourtour pour favoriser la résistance au cisaillement sur le plan considéré.
- **Traitement de surface.** Il existe une multitude de traitements de surface sur le béton : bouchardage, polissage, grenailage, etc. Ces opérations peuvent être réalisées en atelier ou lors de la remise en œuvre.



Sciage de voiles béton avant leur réemploi  
© Alexis Leclercq

**Voile en béton**

→ **Stockage.** Un stockage à l'abri des intempéries et sans contact avec le sol est recommandé. Les éléments doivent être protégés afin de ne pas subir un vieillissement prématuré.

Pour un stockage à plat, il est recommandé d'utiliser des chevrons intercalés entre chaque élément.

Pour un stockage sur chants, des équipements de type racks seront utilisés pour satisfaire les conditions énoncées ci-dessus.

→ **Transport et livraison.** Les précautions nécessaires doivent être prises lors du transport et de la livraison en vue de minimiser les chutes et les chocs (palettes sanglées, etc.). Sauf en cas d'utilisation d'équipements adaptés, le transport devra se faire à plat. Pour un transport sur chant, il est possible d'utiliser des racks semblables à ceux utilisés par les fabricants de murs à coffrage intégré.

Les moyens de levage doivent être cohérents avec les éléments à manutentionner. Le levage peut être réalisé par des engins de type grue, pelle hydraulique ou chariot télescopique. Dans le cas d'utilisation d'engins pouvant se déplacer avec la charge, il conviendra de choisir au cas par cas le matériel en fonction du poids et de la géométrie, du terrain et de la hauteur de levage.

La manutention peut se faire par le biais d'organes de levage pouvant, par exemple, être liés au béton par l'intermédiaire de scellements chimiques ou de boulons expansibles. L'ancrage devra prendre en compte les effets dynamiques de la manutention.

Il est conseillé d'impliquer des professionnels spécialisés pour garantir le bon déroulement de ces opérations.



Transport des éléments en béton



Les « maisons plattenbau » Das Recycle Haus. Réalisées au début des années 2000 à Mehrow (Berlin), ces maisons ont été construites à partir de dalles de béton préfabriquées issues de la déconstruction d'immeubles de logement collectif à Berlin-Est (« plattenbau »). Les dalles préfabriquées ont été déposées et réutilisées en dalle de plancher et voiles porteurs. © Bureau d'architecture Conclus.





**Applications et mise en œuvre**

**Il convient de se référer aux normes de conception adhoc (e.a. EN 1992), aux normes relatives aux produits neufs (e.a. EN 14992+A1, EN 13369, etc.) ainsi qu'aux normes de mise en œuvre liées aux produits en béton.**

Le réemploi des éléments en béton récupéré peut convenir aux applications suivantes :

A. Voiles non-porteurs

B. Voiles porteurs

B.1. Fonctionnement type « béton armé »

B.2. Fonctionnement type « mur maçonné »

Avant de détailler les spécificités de chaque type d'application, voici quelques principes généraux qui sont applicables aux différents cas de figure :

→ **Technique d'origine.** Les techniques de pose peuvent différer selon que les éléments récupérés proviennent d'un voile coulé en place ou d'un voile préfabriqués. Ceci influence notamment la présence éventuelle d'armatures et de ferrailage et de points de levage et d'assemblage.

→ **Niveau de sécurité.** Du point de vue de la solidité de la structure conçue, il convient de travailler avec un niveau de sécurité satisfaisant. Le travail préparatoire des matériaux doit être adapté selon l'état des éléments prélevés, le périmètre du diagnostic réalisé, les résultats obtenus lors des essais et leur homogénéité.

→ **Nouvel usage.** Dans le cas de locaux chauffés et habités, il convient d'étudier l'étanchéité à l'eau et à l'air de la paroi ainsi que son isolation acoustique.

→ **Sens de la pose.** Plusieurs possibilités sont à envisager selon les techniques de mise en œuvre choisie (Figure 2) :

- Pose droite : l'élément est remis en œuvre dans une disposition similaire à celle dans laquelle il a été prélevé.
- Pose sur chant : l'élément est basculé de 90° par rapport à sa position d'origine et est reposé sur chant scié.
- Pose dite « désorientée » (uniquement pour le fonctionnement de type « mur maçonné ») : l'élément est posé dans une direction différente de celle de sa situation d'origine.

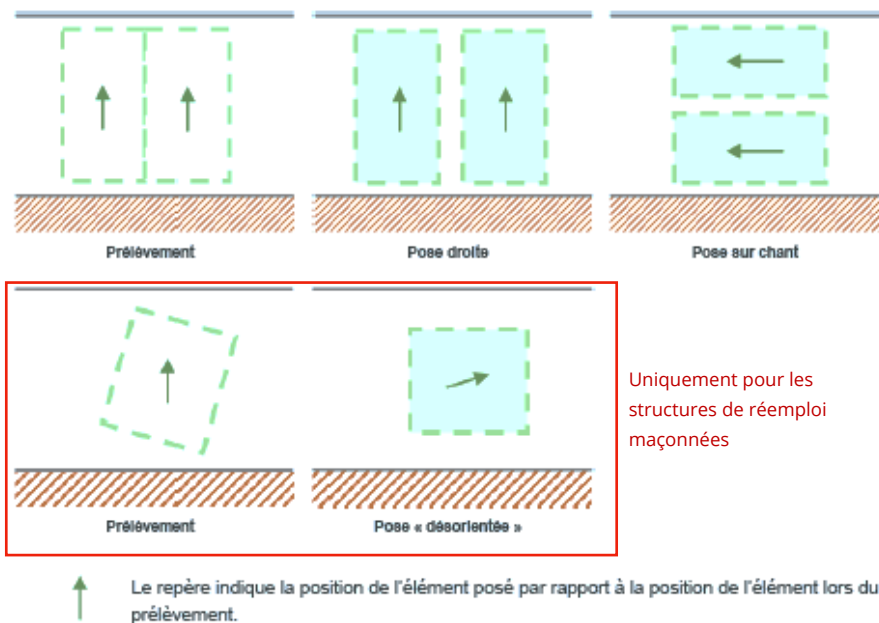


Figure 2. Schémas représentant les différentes solutions d'intégration des voiles en béton dans un ouvrage

Pour permettre la solidité du projet et sa durabilité, le prescripteur doit veiller à utiliser des lots présentant un certain degré d'homogénéité quant aux caractéristiques suivantes :

→ **Dimensions.** Les éléments collectés sont des panneaux rectangulaires d'une surface pouvant atteindre 2 × 3 m. L'épaisseur des panneaux doit être homogène afin de ne pas créer de désaffleurement et être de minimum 16 cm. Il convient de respecter les limites admissibles de l'écart d'épaisseur entre les panneaux. Dans le cas de panneaux de réemploi, cette limite d'écart entre deux bords parallèles d'un panneau peut être égale à 1 cm, ou 0,5 cm/mètre linéaire de distances entre les bords considérés.

→ **Teinte.** Des variations de teinte et d'aspect sont possibles. Ces variations peuvent être dues au mode de production, à l'exposition d'origine, aux traitements précédemment appliqués, etc.

→ **Quantité.** Il est conseillé d'inclure un surplus lors de la fourniture, pour limiter les risques de manquer de matière dans le cas où certains panneaux se montreraient inaptes à la mise en œuvre sur le chantier.

**A. Voiles non-porteurs**

Dans ce cas de figure, les voiles de réemploi doivent uniquement être en capacité de reprendre leur poids propre. Ils jouent un rôle de remplissage et ne participent pas à la stabilité générale de l'ouvrage. Ceci implique que les voiles soient liaisonnés à l'ossature principale de l'édifice sans toutefois entrer en ligne de compte dans la raideur de sa structure.

Voici quelques principes pour la fixation des panneaux à l'ossature du bâtiment et entre eux.

- **Fixation directe entre les panneaux (Figure 3).** En pied, les panneaux peuvent être posés sur une surface plane et sèche et liaisonnés par des équerrés ou sur un lit de mortier à retrait compensé. La fixation entre panneaux contigus doit empêcher les déplacements horizontaux (trous oblongs). Un joint vertical est ménagé entre les panneaux et bourré au mortier sans retrait. Il convient de bien reconstituer les couches d'enrobages. Il est conseillé de limiter la pose à 3 panneaux consécutifs au maximum, avec une longueur cumulée de panneaux non porteurs de 5 m au maximum entre éléments de l'ossature primaire.





• *Fixation par des profilés métalliques de bridage intercalés (Figure 4).* Cette solution consiste à emboîter et boulonner des panneaux dans des profilés métalliques verticaux, à la manière des « parois berlinoises ». Les préconisations sont les mêmes que pour le système de fixation directe, à ceci près que :

- le joint ménagé entre les panneaux et les profilés métalliques est un joint sec ;
- la tranche non visible a préalablement fait l'objet d'un ragréage au mortier pour la reconstitution des couches d'enrobage ;
- il faut ici prévoir des trous oblongs dans les éléments verticaux métalliques afin de libérer les déplacements horizontaux ;
- la pose se limite à 2 panneaux consécutifs au maximum.

• *Traitement des angles et des about de murs (Figure 5).* Pour les équerres et les fixations d'angles entre panneaux, des trous oblongs sont prévus sur les deux pans côté intérieurs. Les angles et les abouts peuvent être traités avec des profilés creux de section carrée sur lesquels des plats métalliques sont soudés sur les faces extérieures. Ce plat est boulonné aux panneaux et muni de trous oblongs. L'enrobage des tranches verticales des panneaux est préalablement reconstitué au mortier pour la protection des armatures visibles après sciage. En about de panneau, un profilé métallique carré ou rectangulaire et de largeur égale à l'épaisseur du panneau est disposé pour fixer le panneau. Des plats métalliques sont soudés au profilé et boulonnés à travers le panneau non porteur.

Ces techniques d'assemblage se prêtent tout particulièrement au cas d'une ossature en acier. Ces principes généraux peuvent également être adaptés aux ossatures en bois et en béton. L'important est de liasonner les panneaux de réemploi de manière à ce qu'ils ne participent pas au contreventement du bâtiment.

**B.1. Voiles porteurs de type « béton armé »**

Dans cette approche, il convient d'assurer le caractère monolithique de la paroi. Le comportement de la nouvelle paroi sera alors comparable à celui d'une paroi en béton banché. Pour cela, il est nécessaire de liasonner l'ensemble des éléments avant le clavetage.

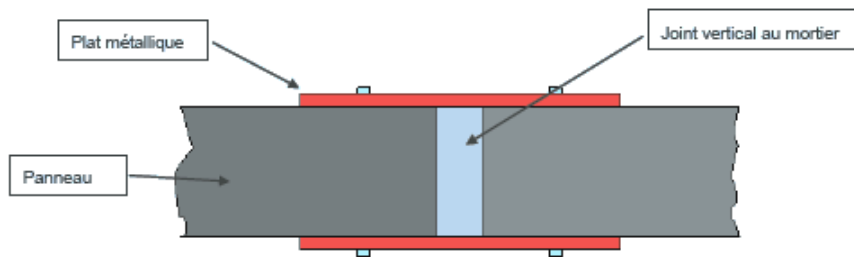


Figure 3. Solution de fixation directe entre panneaux

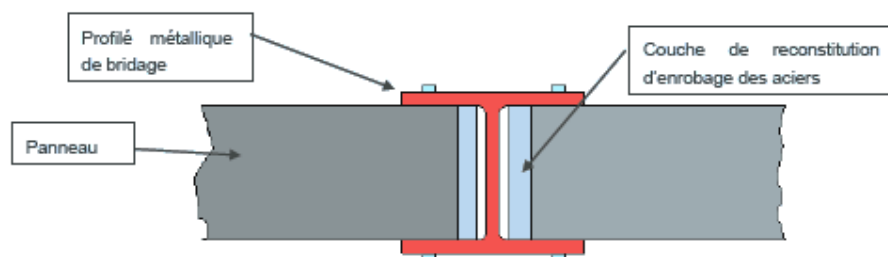


Figure 4. Solution de bridage par profilé métalliques

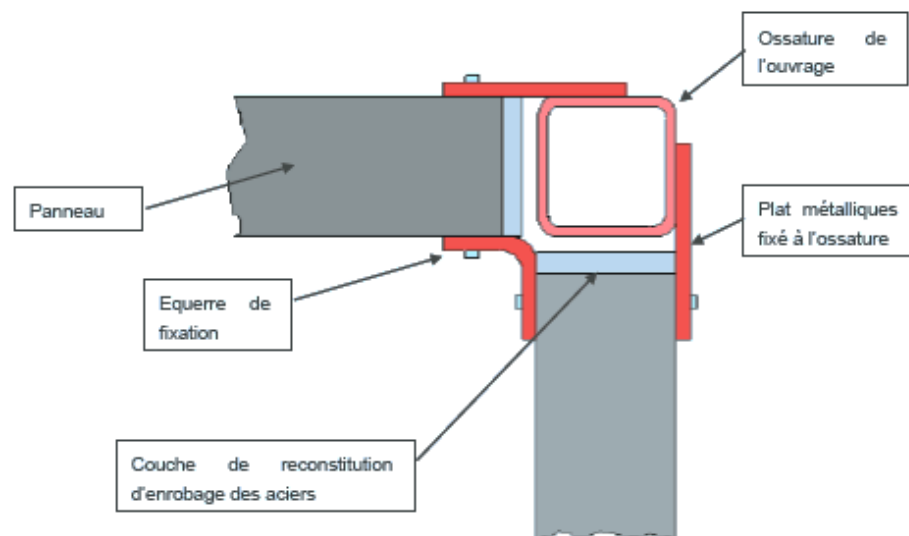


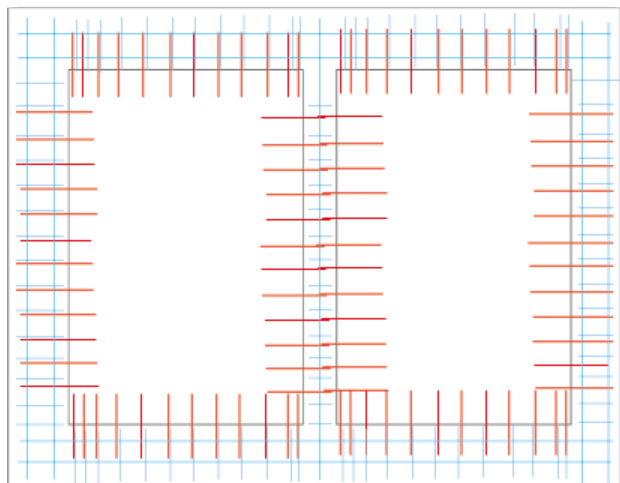
Figure 5. Traitement des angles

La densité d'armature dans les deux sens doit être connue et intégrée dans le dimensionnement de l'ouvrage. Des armatures de recouvrement sont scellées sur tout le pourtour des panneaux afin d'assurer le monolithisme de la paroi et le recouvrement des armatures du pourtour. Les calculs doivent se conformer à la norme EN 1992 (Eurocode 2).

Lorsque le mur participe au contreventement de la structure, les vérifications incluent l'ensemble des joints entre panneaux. L'utilisation de panneaux irréguliers peut rendre cette opération complexe. La Figure 6 illustre une solution de fixation possible.

En partie courante des panneaux collectés, il convient de s'assurer que l'enrobage des armatures est satisfaisant, et cela même si les armatures n'entrent pas en considération dans la justification des performances de l'ouvrage.

Dans ce mode de conception, les contours des panneaux sont systématiquement enrobés et en contact direct avec le béton de clavetage. La reprise de bétonnage avec la surface glacée des panneaux restera un chemin privilégié pour la pénétration de l'eau, pour lequel il est nécessaire de prévoir une évacuation de l'eau excédentaire.



**Légende :**

(En blanc) : panneaux de réemploi

(En rouge) : armatures scellées sur le pourtour des panneaux qui permettent d'assurer une continuité de transmission des efforts entre le ferrailage des panneaux de réemploi et le ferrailage du pourtour mis en œuvre.

(En bleu) : ferrailage de recouvrement disposé sur le chantier, pour la réalisation d'un voile monolithique.

Figure 6. Exemple de mise en œuvre d'un mur en béton armé à partir de panneaux de béton de réemploi

**B.2. Voiles porteurs de type « mur maçonné »**

Dans cette approche, les voiles de réemploi constitutifs de la paroi sont confinés et ceinturés par des chaînages verticaux et horizontaux. La paroi est constituée d'un ou plusieurs panneaux mis en œuvre de façon à permettre le développement d'une bielle de compression afin d'assurer la résistance de la paroi aux efforts horizontaux. Dans la modélisation du comportement du béton armé, la bielle de compression est la zone de béton comprimé, généralement oblique par rapport aux directions principales de l'élément.

Des éléments non armés peuvent être utilisés pour ce type de mise en œuvre.

Les panneaux sont posés sur un lit de mortier et étayés avant la mise en œuvre de l'ensemble des chaînages. La rectitude des panneaux doit être vérifiée de façon à pouvoir travailler avec un lit de mortier d'épaisseur homogène.

Il est crucial que les panneaux adhèrent correctement à la couche de mortier des chaînages afin de garantir une bonne résistance aux contraintes de cisaillement de l'interface (qui peut être estimée à l'aide du §6.2.5 de la norme EN 1992 - Eurocode 2). Or, lorsqu'ils ont été sciés, les panneaux présentent justement des chants à l'aspect glacé, peu propices à l'adhérence. À partir de là, deux grandes approches sont possibles :

- *Maçonnerie chaînée à chants rugueux (Figure 7)*. Une fois sciés, les chants font l'objet d'un travail préparatoire spécifique, par exemple par burinage, afin de leur assurer une certaine rugosité (voir § « Récupération du matériau »). Dans ce cas, il est possible d'estimer la résistance initiale au cisaillement notée  $f_{vk0}$  à partir du tableau 3.4 du §3.6.2 de la norme EN 1996 - Eurocode 6.
- *Maçonnerie chaînée avec assemblage par plats métalliques (Figure 8)*. Dans le cas où l'adhérence entre les blocs n'est pas avérée ou sans essais de qualification préalable, des liaisons au moyen de plats métalliques peuvent alors être envisagées. Cette approche est particulièrement intéressante lorsqu'il convient de garantir une grande résistance au cisaillement (e.a. si la paroi participe au contreventement ou à la

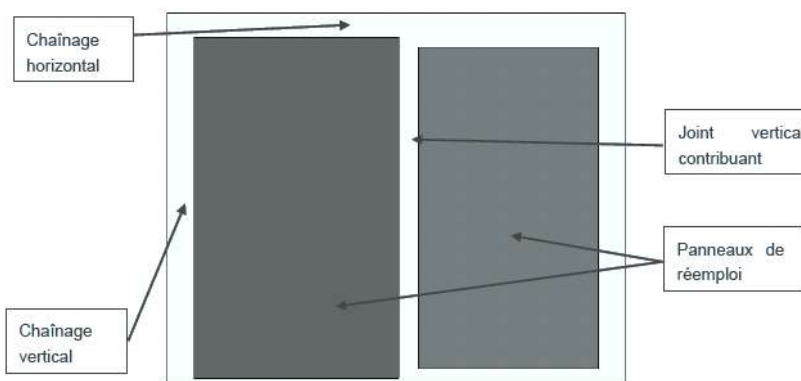


Figure 7. Solution de maçonnerie chaînée à chants rugueux

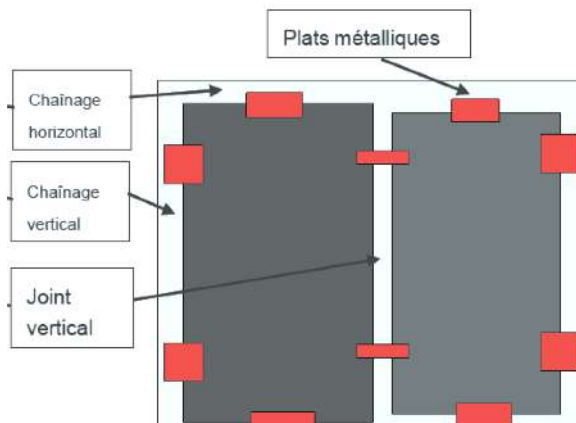


Figure 8. Solution de maçonnerie chaînée avec assemblage par plats métallique



**Caractéristiques et aptitudes à l'usage**

Les exigences relatives aux caractéristiques physiques et mécaniques sont directement liées à la tenue mécanique et à la durabilité dans le temps des voiles de réemploi.

Caractéristiques	Porteur	Non porteur	Commentaires
<b>Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme</b>	x	x	Ces caractéristiques sont liées à la découpe.
<b>Exigences géométriques</b>	x	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur : <math>30 \text{ cm} &lt; L &lt; 200 \text{ cm}</math></li> <li>• Largeur : <math>30 \text{ cm} &lt; h &lt; 50 \text{ cm}</math></li> <li>• Ep : <math>16 &lt; e &lt; 40 \text{ cm}</math> avec une variation entre éléments de 6mm max</li> <li>• Rectitude</li> <li>• Parallélisme des bords opposés</li> </ul>
<b>Exigence mécaniques</b>	x		$2400 \text{ kg/m}^3 < \rho < 2500 \text{ kg/m}^3$
<b>Qualité de la surface</b>	x	x	Les voiles présentant des ouvertures de fissures $> 1 \text{ mm}$ , des fissures traversantes, ou un réseau de fissures sont mises au rebut.
<b>Conception et solidité</b>	x	x	<p>Le mur doit être capable de reprendre son poids propre et les chargements en tête de mur.</p> <p>-&gt; <i>Voiles porteurs</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il est possible d'estimer la résistance initiale au cisaillement notée <math>f_{vk0}</math> à partir du tableau 3.4 du §3.6.2 de la norme EN 1996 - Eurocode 6 ;</li> <li>• La longueur entre deux appuis sera au plus égale à la moitié de la longueur basse du voile ;</li> <li>• Les faces glacées par le sciage et laissant apparaître des armatures pourront être posées du côté visible à condition de prévoir un traitement des ferrailles apparentes ;</li> </ul> <p>-&gt; <i>Voiles non porteurs</i> : l'ouvrage dans lequel est intégré le voile non porteur ne pourra pas considérer celui-ci pour justifier sa stabilité. Il faudra prévoir un jeu entre le panneau et l'ossature, afin de désolidariser celui de l'ossature, pour qu'il ne participe pas à sa raideur. De plus, l'intégration dans l'ouvrage devra permettre de justifier de la stabilité de l'élément réemployé, notamment entre éléments collectés et ossature primaire.</p>
<b>Durabilité</b>	x	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la profondeur de carbonatation dépasse la valeur de l'enrobage divisée par 2 alors une réparation au mortier est nécessaire.</li> <li>• Si la corrosion s'est déjà manifestée, la purge du béton adjacent suivi de la passivation des aciers avant reconstitution de la couche d'enrobage est nécessaire. Ce procédé n'est pas envisageable à grande échelle.</li> <li>• En partie courante, il convient de s'assurer que l'enrobage des armatures est suffisant.</li> <li>• Les contours des panneaux et jointure de panneaux doivent être enrobés de mortier (pose joint creux afin de les rendre invisibles)</li> </ul>
<b>Étanchéité à l'eau</b>	x	x	Les critères d'étanchéité sont similaires à ceux d'un mur en béton plein. Une attention particulière est à porter sur le traitement de l'étanchéité des liaisons.





Caractéristiques	Porteur	Non porteur	Commentaires
<b>Comportement en situation d'incendie</b>	x	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incombustible</li> <li>• Les critères de résistance (R), d'étanchéité (E) et d'isolation (I) sont ceux d'un mur en béton armé. Ces vérifications relèvent de la norme EN 1992-1-2 - Euro-code 2.</li> <li>• La résistance peut être augmentée ou justifiée par l'application d'une couche de finition de type plaque de plâtre.</li> </ul>
<b>Affaiblissement acoustique</b>	x	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proche de celui d'un mur béton courant avec joint plein.</li> <li>• Même soumission réglementaire et justification par évaluation acoustique du système.</li> </ul>



*Projet Super Local. Ce projet expérimental réalisé en 2017 aux Pays-Bas a mis en place un procédé de réemploi de modules tridimensionnels de béton extraits d'un ancien bâtiment de logements, pour la construction de maisons individuelles. Les modules sont composés de dalles et de murs, ils ont été sciés avant d'être extraits à la grue et transportés par camion sur le chantier de réemploi à proximité. Client : HEEMWonen. Architecte : SeC Architects. Entreprise : Jongen Construction. Unité de recherche : Zuyd University of Applied Sciences, Research group SURD.*



*Le pavillon de la Fabrique du Clos à Stains. Lors de la démolition d'un ensemble de logements à Stains, une partie des éléments en béton ont été réemployés sur le site. Les voiles de béton extraits ont été sciés sur place et remis en œuvre comme murs non porteurs d'un local à vélos. Le pavage des sols des espaces extérieurs a également été réalisé à partir de blocs de béton brut. Pouvoir adjudicateur : Seine-Saint-Denis Habitat. Conception : Bellastock. Stains (France), 2017 © Alexis Leclercq*



**En savoir plus !**

Selon l'étude REPAR#2 menée en France sur un cas concret et spécifique de réemploi de voile en béton sur site pour la construction d'un petit pavillon, la comparaison entre un procédé de réemploi et deux procédés neufs a permis de tirer les conclusions suivantes au niveau économique :

→ le coût de la solution constructive basée sur le réemploi est environ 7% plus élevé qu'une solution constructive basée sur l'évacuation des anciens matériaux et la mise en oeuvre de briques pleines neuves, et près de deux fois supérieur s'il s'agit de parpaings pleins neufs.

Ces résultats sont principalement liés aux nombreuses opérations de transformation des matériaux de réemploi. Les coûts élevés expriment la démarche expérimentale et pourraient fortement diminuer dans une logique de répliquabilité à plus grande échelle. Plusieurs axes d'amélioration du processus de réemploi ont d'ailleurs été identifiés :

- Optimisation du procédé de collecte de la matière, de manière à limiter les pertes lors de la dépose des éléments d'une part et d'éviter des coûts de pré-sciage des voiles d'autre part ;
- Diminution des coûts liés à la conception ;
- Diminution du temps passé lié à l'utilisation de moyens techniques spécifiques à l'expérimentation (grue hydraulique en phase de reconstruction) ;
- Diminution des coûts fixes liés à la passivation des fers mis à nu, par l'emploi d'un mortier en cas de non carbonatation des aciers.

En tenant compte de ces éléments dans un scénario optimisé, une diminution de 30% du coût de l'ouvrage en réemploi est possible.

Lien : <https://www.bellastock.com/projets/repar-2/>



**Disponibilité**

Les voiles en béton ne sont pas un produit couramment disponible sur le marché du réemploi. Il est toutefois possible d'entreprendre une démarche de réemploi spécifique, dans le contexte d'un projet donné et à l'initiative des commanditaires et des concepteurs. Pour cette raison, l'approvisionnement de voiles en béton se fait directement à partir d'une opération de démolition.

**Prix indicatifs (Hors Taxes)**

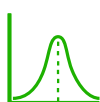
L'absence de filière établie ne permet pas de définir des prix de voiles de réemploi avec précision. De manière générale, le prix d'un voile sera dépendant de facteurs inhérents au chantier source (nombre d'éléments à collecter, complexité du démontage, application prévue, etc.) et au contexte de remise en oeuvre.

**Substances dangereuses et précautions**

Au stade de l'investigation documentaire, certaines restrictions d'usage pourront être émises, notamment dans les cas suivants :

→ Béton ayant été soumis à une attaque chimique par les sols et les eaux souterraines naturelles (correspondant aux trois classes d'exposition XA1, XA2 et XA3 de la norme EN 206).

→ Présence éventuelle d'amiante sur la surface du voile béton (isolant coupe-feu en façade, joint, colle de revêtement intérieur, etc.). Le désamiantage préalable du bâtiment peut permettre de nettoyer les éléments en béton des résidus d'amiante, un élément béton ayant été en contact avec de l'amiante ne doit pas automatiquement être disqualifié pour le réemploi au stade du diagnostic.



Selon les sources, réutiliser 100 m<sup>2</sup> d'éléments en béton pour la conception de voiles en béton de réemploi permet de prévenir la production de ~2030 à ~3770 kg de CO<sub>2</sub> eq. liés à la fabrication d'éléments neufs (phase de production uniquement). Selon les sources, cela correspond à un trajet de ~12 200 à ~22 600 km effectué dans une petite voiture diesel.

**Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)**

	kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq./kg
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - SNBPE & Armatures - Béton (hors armatures) pour poteau extérieur, C2530 XC4XF1 CEM IIA (v.1.1) *	20,3	0,06
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - SNBPE - Mur en béton extérieur d'épaisseur 0.16 m, C25/30 XC4 / XF1 CEM III/A (v.1.5) **	32,4	0,08
Base de donnée INIES (FR) - Déclaration collective - SNBPE - Mur en béton intérieur d'épaisseur 0.20 m, C25/30 XC1 CEM III/A (v.1.7) **	37,7	0,08

\* Valeur indicative pour voile en béton avec une densité d'acier de 18,5kg/m<sup>3</sup>. Distance de transport du matériau moyenne : 18km

\*\* Valeur indicative pour voile en béton avec une densité d'acier de 50kg/m<sup>3</sup>. Distance de transport du matériau moyenne : 18 km. NB : les étapes de production (A1-A3) de l'acier ont été ajoutées, lorsque celles-ci n'étaient pas prises en compte dans la fiche.



