

**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, nweurope.eu/fcrbe, futureuse.co.uk).

Un répertoire non exhaustif de fournisseurs de matériaux de construction de réemploi est disponible sur www.opalis.eu et 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 :

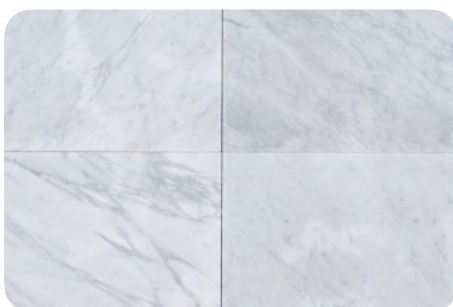
→ *Formats* :

- 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



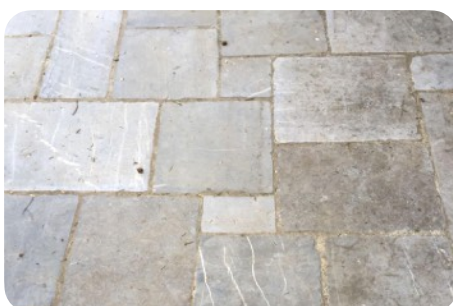
Pierre bleue belge



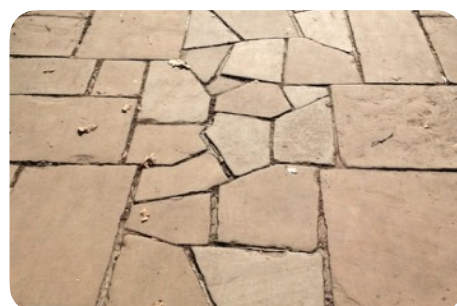
Ardoise © [Stax Reclamation](#)



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.

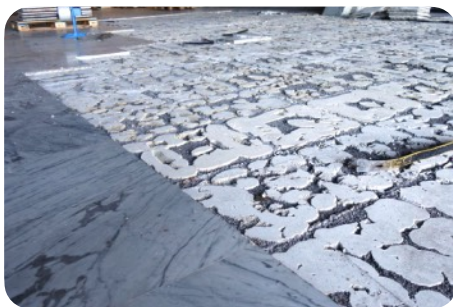
→ **Jointoyage d'origine.** Le joint de mortier vient combler l'espace entre les pierres avec un liant. Le choix des joints et de leur épaisseur est déterminé suivant le type de pose, la localisation des dalles, la nature de la pierre et la régularité des bords des dalles. Les dalles peuvent aussi être 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.

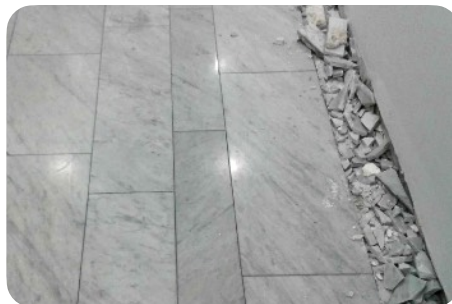
→ **Nettoyage et tri**. Les dalles d'un même revêtement peuvent présenter des degrés d'usure différents selon leur emplacement, c'est pourquoi il est utile de les trier lors du démontage. Ce tri peut par exemple se faire selon leur qualité, leur couleur, leurs dimensions voire leur degré d'encrassement. 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 m² 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).

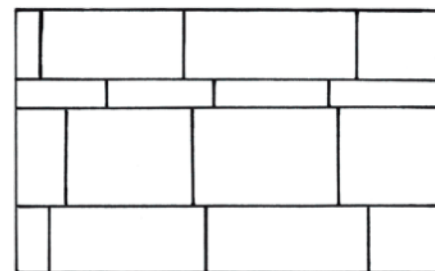
Les caractéristiques suivantes peuvent être décrites et précisées lors de la rédaction des prescriptions techniques liées à la livraison d'un lot de dalles de réemploi :

→ **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 :

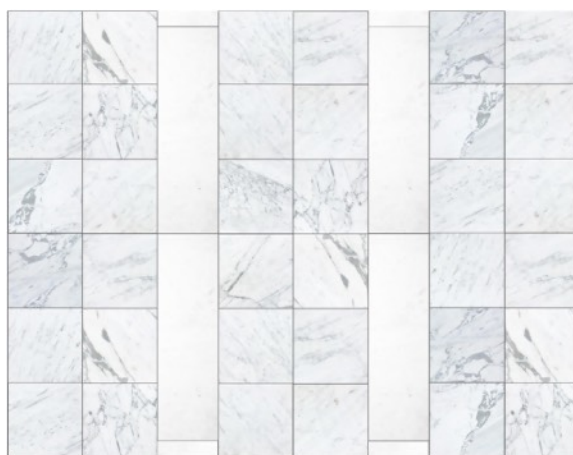
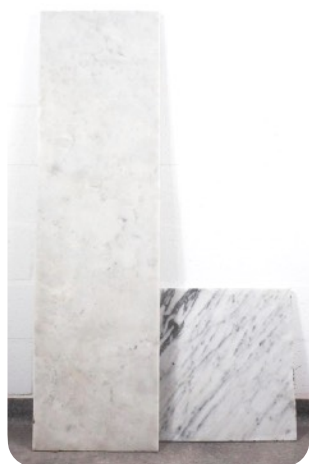


Opus incertum : format permettant de travailler à partir de fragments quelconque de dalles cassées



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.



→ **Etat.** 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



Épaufrures



Écornures



Rayures de surface



Résidus de mortier



Fissures profonde et éclats



Fissures superficielles



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 ; www.stonenaturelle.fr ; www.pierreetol.com ; 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/m³)	Résistance à la compression (MPa)	Porosité	Comportement à l'usure
Grès	2000 - 2700	3 - 14	peu poreux (0,5 à 25%)	bon à très bon
Pierre calcaire tendre (ex : pierre blanche)	< 2500	2-17	poreux (5 à 50 %)	bon
Pierre calcaire compacte (ex : pierre bleue)	> 2500	2-17	peu poreux (0,2 à 5%)	bon
Granite	2500 - 3000	8 - 25	très peu poreux (0,2 à 2%)	très bon
Marbre	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
Provenance géologique et description pétrographique	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.
Provenance géographique	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.
Masse volumique apparente et porosité ouverte	x	x	Ces caractéristiques sont propres à chaque pierre. La masse volumique [kg/m ³] 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 <i>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.



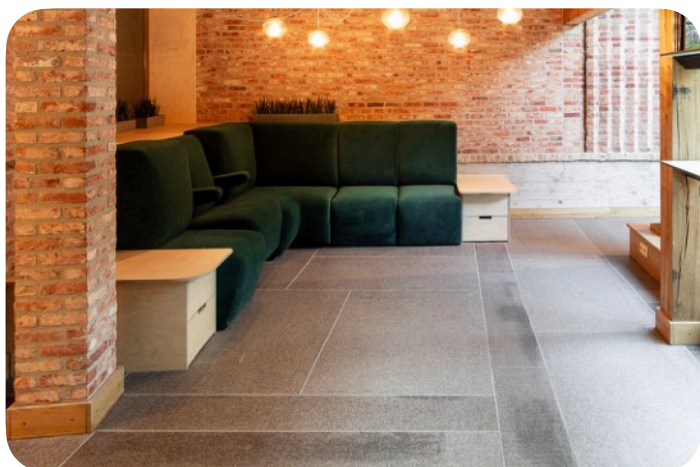
Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires																
Caractéristiques géométriques	x	x	<p>Ces caractéristiques peuvent être estimées en procédant à des mesures simples. Elles sont étroitement liées au degré de tri des dalles de réemploi ainsi qu'aux opérations de transformations entreprises sur le 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>																
Tactilité (pour les personnes malvoyantes)	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>																
Résistance à la flexion	x	x	<p>La résistance à la flexion R_f [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> $P = \frac{R_f \times W \times t^2}{1500 \times L \times F_s}$ <p>où P : charge de rupture [kN] W, L, t : largeur, longueur et épaisseur [mm] R_f : résistance à la flexion [MPa] F_s : facteur de sécurité, généralement $F_s = 1,6$</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" data-bbox="603 1218 1469 1599"> <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>> 0.75</td> </tr> <tr> <td>zones piétonnières et cyclables</td> <td>> 3.5</td> </tr> <tr> <td>accès occasionnel de véhicules légers, entrées de garage</td> <td>> 6</td> </tr> <tr> <td>zone de circulation piétonnière, places de marché, circulation occasionnelle de véhicules de livraison/ secours</td> <td>> 9</td> </tr> <tr> <td>zone de circulation piétonnière fréquemment employée par des poids-lourds</td> <td>> 14</td> </tr> <tr> <td>routes et rues</td> <td>> 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																		
Résistance à l'adhérence (si collage)	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>																
Isolation acoustique aérienne directe	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>																



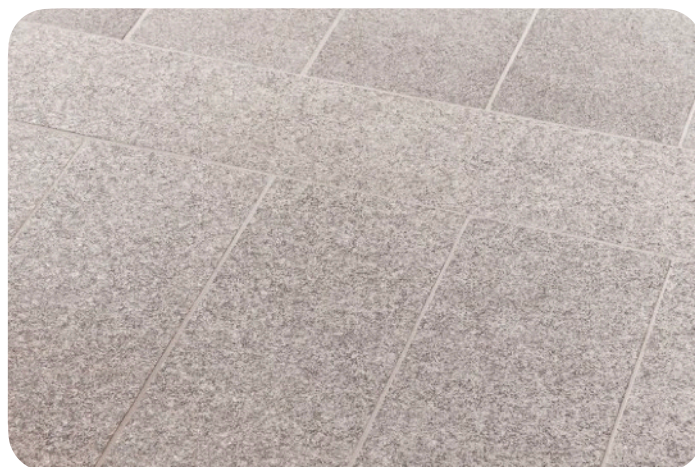
Caractéristiques	Int.	Ext.	Commentaires
Conductivité thermique	x		La conductivité thermique est définie comme la quantité de chaleur qui traverse le matériau par unité de temps et de surface. Elle dépend des vides présents dans le matériau. De manière générale, plus la pierre est dense, meilleure est 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).
Glissance	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>
Résistance au gel/dégel (et aux sels de déverglaçage)		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.
Déformation thermique	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.
Résistance à l'impact	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.
Résistance à l'usure	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
Sensibilité au tachage	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>
Réaction au feu	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 €/m²
- Dalle en pierre bleue ≈ 100-150 €/m²
- Dalle en ardoise ≈ 50-200 €/m²
- Dalle en pierre calcaire blanche ≈ 120 - 300 €/m²
- Fragments de dalles cassées ≈ 10-30 €/m²

Trouver des prestataires spécialisés



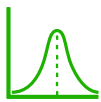
salvoweb.com

opalis.eu

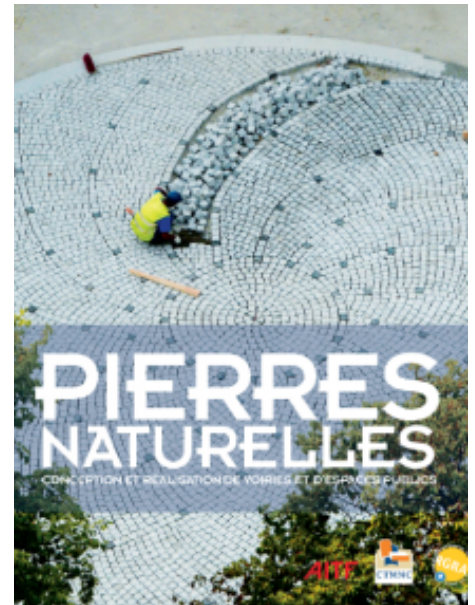
Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)

	kg CO ₂ eq./m ²	kg CO ₂ 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 m², d'épaisseur 2 cm et de masse surfacique 52 kg/m².



Selon les sources et le type de pierre, réutiliser 100 m² de tablettes en pierre naturelle de réemploi permet de prévenir la production de ~1492 à ~3175 kg de CO₂ 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