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, 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 © 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 murets 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 ferraillage (afin de limiter les risques de blessure mors de la manipulation), issus de la démolition après la phase d'abattage 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 direct 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).

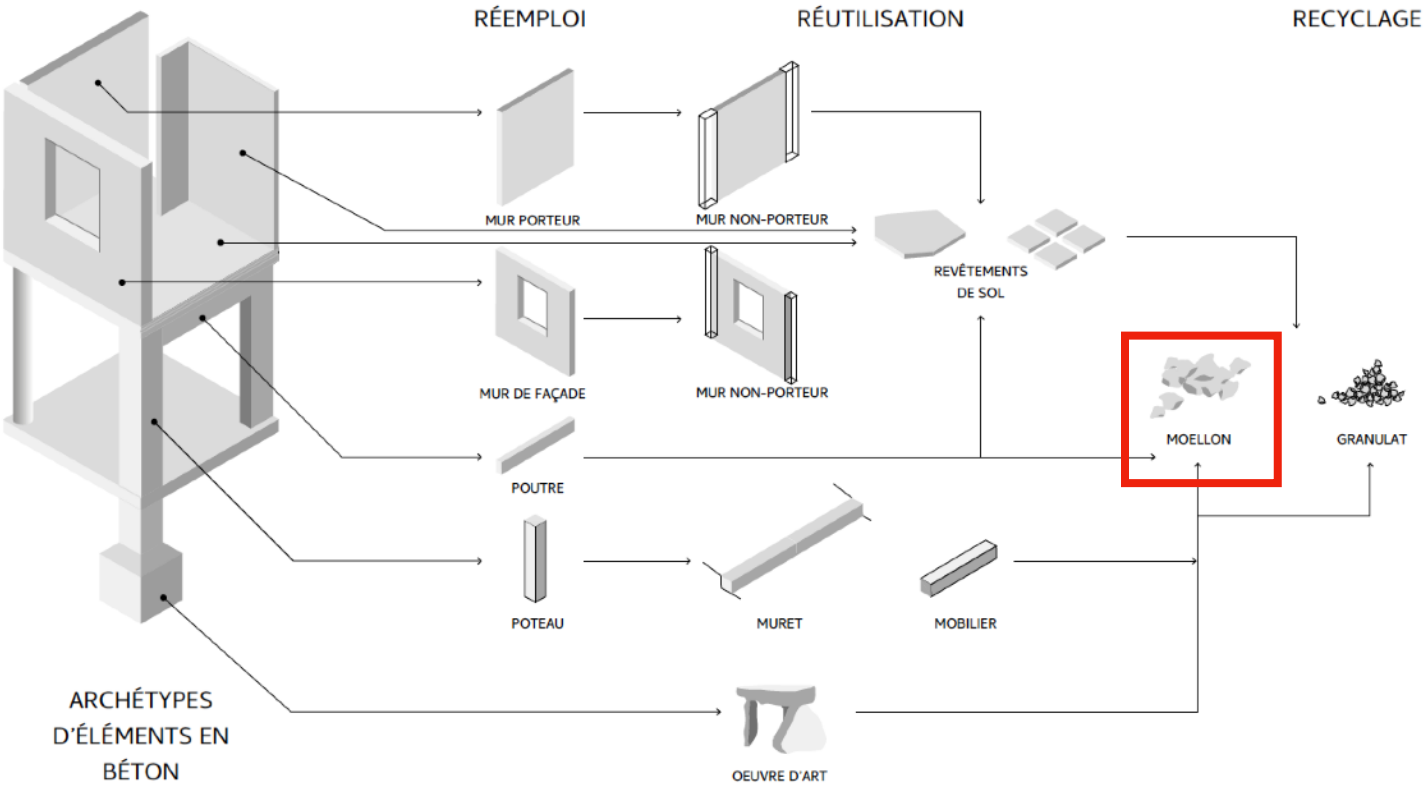

Figure 1. Schéma de principe présentant les hypothèses de solutions de réemploi à partir d'un gisement type.

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 ferraillage 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 de mise en œuvre. 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 œuvre

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 œuvre 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 œuvre 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
Dimensions (longueur, largeur), régularité de la forme	Pour les moellons de remplissage : → les moellons de béton doivent pouvoir être manipulés manuellement (poids < 25kg) ; → aucun ferraillage ne doit dépasser des champs du moellon ; → les faces doivent être perpendiculaires pour le calepinage ; → les faces doivent être planes. Pour les moellons d'angles et de couronnement : → aucun ferraillage ne doit dépasser des champs de la pierre ; → moellons à bords droits permettant d'assurer un chaînage en périphérie du muret.
Épaisseur des moellons	Variations tolérées : → 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. ; → l'épaisseur des moellons utilisés en parement doit être à peu près égale à la hauteur du lit ; → l'épaisseur des joints ≥ 10 cm pour un ouvrage composé de lits de moellons.
Qualité de la surface	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.
Imperméabilité/Absorption d'eau	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.
En présence d'aciers	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.

Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)	kg CO_2 eq./m²	kg CO_2 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 maçonnée). 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 m² de maçonnerie paysagère en moellons de béton de réemploi permet de prévenir la production de ~3060 kg de CO_2 éq. 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 expérimentées : 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.