



Disclaimer

Deze fiche is bedoeld voor ontwerpers, bestekschrijvers en andere leden van projectteams die dit bouw materiaal of -product willen hergebruiken. Ze maakt deel uit van een reeks fiches met als doel de momenteel beschikbare informatie samen te brengen om het hergebruik van bouwmaterialen en -producten te vergemakkelijken.

Deze fiche is opgesteld door Bellastock in het kader van het Interreg FCRBE-project - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, gesteund door het volledige projectpartnerschap. Informatiebronnen zijn onder meer de ervaring van hergebruikhandelaars en de betrokken projectpartners, lessen uit voorbeeldprojecten, beschikbare technische documentatie, etc.

De reeks fiches is opgesteld tussen 2019 en 2021. Aangezien de hergebruiksector volop evolueert is het mogelijk dat sommige gegevens, vooral met betrekking tot prijzen en beschikbaarheid, mettertijd veranderen. Wanneer in de tekst wordt verwezen naar Europese normen is het aan het projectteam om, indien nodig, te verwijzen naar hun nationale implementaties en lokale bijzonderheden.

Het is belangrijk op te merken dat de hier gepresenteerde informatie niet exhaustief is of de deskundigheid van professionals beoogt te vervangen. Specifieke vragen zijn altijd projectgebonden en moeten als dusdanig worden behandeld.

De volledige verzameling fiches (inclusief de inleidende fiche) is vrij verkrijgbaar op verschillende referentiewebsites (o.a. opalis.eu, nweurope.eu/fcrbe, futureuse.co.uk).

Een niet-exhaustieve lijst van handelaars in gerecupereerde bouwmaterialen is beschikbaar op opalis.eu en salvoweb.com.

Interreg FCRBE-partnerschap: Bellastock (FR), Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf / WTCB (BE), Leefmilieu Brussel (BE), het Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), Confederatie Bouw (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) en University of Brighton (UK)

De informatie in dit document is niet noodzakelijkerwijs een weergave van het standpunt van alle partners van het FCRBE-project, noch van de financierende autoriteiten.

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld is de inhoud van deze fiches gecrediteerd onder het Creative Commons Attribution NonCommercial - Share Alike formaat (CCBY-NC-SA).



Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld zijn de in dit document gebruikte afbeeldingen eigendom van © Bellastock. Voor alle andere afbeeldingen werd er systematisch om toestemming tot publicatie gevraagd aan hun auteurs of rechtmatige eigenaars. Wanneer dit verzoek niet werd beantwoord namen we aan dat er geen bezwaren waren tegen het voorgenomen gebruik van de afbeelding. Indien u van mening bent dat deze interpretatie onredelijk is, gelieve het ons dan te laten weten.

Iconografie

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.



Beschrijving van het materiaal

Deze fiche beschrijft het proces waarbij bepaalde soorten betonpuin afkomstig van de sloop van gebouwen als breuksteen worden gebruikt voor de bouw van keermuurtjes, afsluitingen, schanskorven en andere toepassingen in de landschapsarchitectuur - bouwcomponenten die traditioneel van natuursteen worden gemaakt.

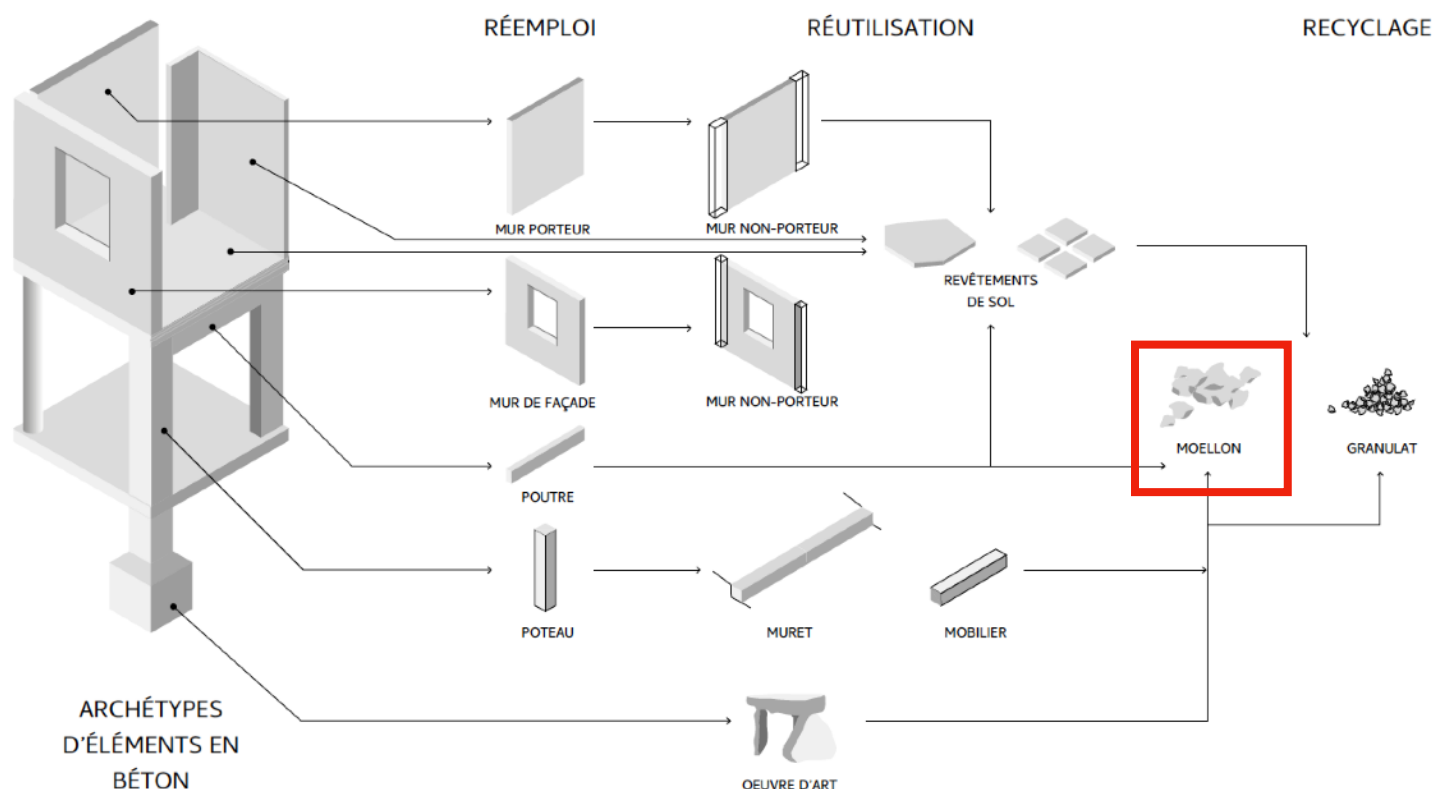
In principe komen alle betonelementen die in een gebouw aanwezig zijn in aanmerking voor een gebruik als breuksteen. Het meest geschikt is evenwel betonpuin dat afkomstig is van de afbraakwerf, reeds gebroken, en dat geen (of zeer weinig) wapeningsstaal bevat (om het risico op verwondingen bij het hanteren te beperken).

Het puin van wanden en vloerplaten levert onregelmatige blokken of platen op met twee vlakke zijden. Deze vormen regelmatige en vlakke legvlakken. Bij de afbraak van kolommen en balken ontstaan in de praktijk meestal onregelmatigere blokken waarvan het formaat overeenkomt met het volume tussen de wapeningen (afhankelijk van de grootte van de elementen en de hoeveelheid en plaats van de wapening).

Hergebruik van dit bouwpuin als breuksteen verschilt in verschillende opzichten van het recycleren van beton, waarbij het puin vermalen wordt om granulaten te produceren (wat tot op heden de meest gangbare verwerkingsmethode voor betonpuin blijft). Bij rechtstreeks hergebruik van de breukstenen wordt het bouwpuin namelijk niet vermalen, zodat de stukken relatief groot blijven.



Brokstukken betonpuin bij de afbraak van een toren in Clos Saint Lazare in Stains (FR).



Figuur 1. Belangrijkste mogelijkheden voor het hergebruik van betonelementen, voor identiek dezelfde (= réemploi) of een minder veeleisende (=réutilisation) toepassing.



Recuperatie van het materiaal

De recuperatie van betonbreuksteen op een sloopwerf vindt plaats tussen de afbraak van het gebouw en het vermalen van het bouwpuin. Het proces bestaat uit een opeenvolging van fasen:

→ **Vooronderzoek.** Door voorafgaande visuele inspectie van de bouwelementen kunnen de mogelijke vormen van de breuksteen al worden bepaald (de afmetingen, vormen en wapening van af te breken elementen zijn hiervan op invloed). Ook het advies van beton-specialisten en de beschikbare documentatie over het te slopen gebouw kunnen nuttige informatie verschaffen.

Aan de hand van dit vooronderzoek moet het ook mogelijk zijn om de haalbaarheid en wenselijkheid van de recuperatie van het puin als breukstenen te beoordelen op basis van het af te breken betonvolume, de hoeveelheid materiaal die kan worden gerecupereerd, de eigenheid van de afbraakwerf, etc. Gelet op het nog experimentele karakter van deze praktijk is het verstandig zich te baseren op het advies van sloopbedrijven. Eventueel kunnen tijdens de afbraak praktische proeven worden verricht om de voorgestelde technische oplossing te toetsen en indien nodig aan te passen.

→ **Verzamelen.** Er zijn twee manieren om de breukstenen te verzamelen:

- Sortering tijdens de afbraakfase, gevolgd door bewerking ter plaatse op de afbraakwerf om de gewenste breukstenen te verkrijgen.
- Sorteren van het bouwpuin na afbraak.

In beide gevallen kan de opbrengst worden verhoogd door het gebruik van aangepaste zeven.

→ **Bewerking.** De bewerking van betonbreuksteen is over het algemeen vrij gemakkelijk. Ze bestaat hoofdzakelijk uit een aanpassing van de vorm tijdens de plaatsing. Ze kan ook stappen omvatten waarbij gecontroleerd wordt op de aanwezigheid van resterend staal, om dit te verwijderen. Elementen die lastig zijn om te bewerken dienen kunnen om economische redenen worden afgekeurd. Indien de organisatie van het project dit toelaat, wordt het bewerken van de breukstenen best uitgevoerd door de plaatser ervan.

→ **Opslag.** De opslagomstandigheden moeten worden bepaald in functie van de algemene organisatie van de bouwplaats, de bestemming van de materialen en het volume dat moet worden opgeslagen.

Voor gebruik in situ wordt de voorkeur gegeven aan opslag op een vrijstaand talud, zo dicht mogelijk bij de werf. Door een opslagterrein in te richten met scheidingsmuren kan de voorraad sterker worden geconcentreerd zodat deze minder grondoppervlakte inneemt.

→ **Transport en levering.** De betonnen brokstukken kunnen met een dumper of kiewagen worden vervoerd en op de nieuwe bouwplaats in langwerpige hopen (taluds) worden gestort om het materiaal makkelijk bereikbaar te maken.

Het is raadzaam een beroep te doen op gespecialiseerde vakmensen om ervoor te zorgen dat deze handelingen goed worden uitgevoerd.

Toepassingen en plaatsing

Betonpuin kan voornamelijk worden hergebruikt als breuksteen binnen de landschapsarchitectuur, bijvoorbeeld als (lage) muurtjes, of voor andere toepassingen die typisch uit natuursteen worden uitgevoerd. Het is raadzaam zich te baseren op de technische referentiedocumenten met betrekking tot de uitvoering van dit type bouwwerk (bijvoorbeeld in Frankrijk, de « Règles professionnelles : Travaux de mise en place de murets paysagers, d'ouvrages de retenue de sols et d'escaliers N° : C.C.4-R0).

De muren worden uitgevoerd door breukstenen op elkaar te stapelen. Deze kunnen onregelmatig zijn of één of meer vlakke zijden hebben. De betonbreukstenen moeten plat worden gelegd.

Net als bij landschapsarchitectuurelementen uit natuursteen kunnen de betonbreukstenen zowel droog als vastgemetseld worden geplaatst.

De vorm van de betonbreukstenen en de regelmaat van hun afmetingen kunnen van invloed zijn op de keuze van het verband. Omgekeerd kan de verwachte regelmaat van de voeg van invloed zijn op de keuze van de vorm van de breukstenen.

Hoe dan ook moet erop worden toegezien dat de stenen correct in verband worden geplaatst. De betonblokken moeten in alternerende rijen worden gelegd, zodat elke verticale voeg uitkomt op een blok. Er mogen aan de voor- en achterzijde niet meer dan drie voegen op één punt uitkomen. Ook moet worden vermeden dat een koude voeg door meer dan twee leglagen loopt. Men dient er ook voor te zorgen dat er ten minste één kimblok is voor elke twee zichtblokken, of dat de kim- en zichtblokken elkaar afwisselen. De grootste blokken moeten in de hoeken worden geplaatst.

Om de plaatsing te vergemakkelijken, ziet het projectteam erop toe dat er partijen gebruikt worden die een zekere mate van homogeniteit vertonen met betrekking tot de volgende kenmerken:

→ **Samenstelling van de partij.** De betonbreukstenen moeten homogene eigenschappen hebben. Dit kan betekenen dat er moet nagegaan worden of alle breukstenen van dezelfde bron afkomstig zijn.

→ **Afmetingen.** De geometrie en het gewicht van de elementen kan worden gespecificeerd om ze makkelijker te kunnen hanteren (bv. ervoor zorgen dat elke breuksteen minder dan 25 kg weegt). Afhankelijk van de gekozen toepassing kan gevraagd worden dat de breukstenen twee vlakke zijden hebben. Er kunnen nog andere voorschriften worden opgesteld in functie van de toepassing van de breukstenen als vlakke bekleding, hoekelement of als toplaag.

→ **Staat.** de betonbreukstenen kunnen kleine beschadigingen vertonen, zoals oppervlakkige slijtagesporen, vlekken, schimmels, uitbloeiingen, etc. Ze mogen echter geen gebreken vertonen die wijzen op een betongebreken, maar ook geen zichtbare scheurvorming, afschilfering, vervorming of barsten.



Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik

De eisen met betrekking tot de fysische en mechanische eigenschappen houden rechtstreeks verband met de mechanische sterkte en duurzaamheid van de betonbreukstenen.

Wat de mechanische eigenschappen van modulaire betonelementen betreft, komen de normatieve eisen uit DTU 20.1 *Travaux de bâtiment – ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs* (Franse norm).

Eigenschappen	Commentaar
Afmetingen (lengte, breedte), regelmatigheid van de vorm	<p>Voor breukstenen als vlakke bekleding:</p> <ul style="list-style-type: none"> → De betonbreukstenen moeten met de hand kunnen worden gehanteerd (gewicht < 25 kg) → Er mag geen wapening buiten het vlak van de breukstenen uitsteken → De zijden moeten loodrecht op elkaar staan voor het legpatroon → De zijden moeten vlak zijn <p>Voor breukstenen als hoekelementen of toplaag:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Er mag geen wapening buiten het vlak van de steen uitsteken → Breukstenen met rechte randen zijn het best geschikt voor dit gebruik
Dikte van de breukstenen	<p>Toegestane afwijkingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> → De dikte van de kimblokken moet ongeveer anderhalf maal de hoogte van de laag zijn, en minstens gelijk aan 30 cm. → De dikte van de breukstenen die als buitenbekleding worden gebruikt, moet ongeveer gelijk zijn aan de hoogte van de laag. → Voegdikte ≥ 10 cm voor een bouwwerk bestaande uit lagen breuksteen.
Oppervlaktekwaliteit	Betonbreukstenen die gebreken vertonen die wijzen op een niet-homogene structuur, of met zichtbare scheurvorming, afschilfering of vervorming moeten worden verwijderd.
Porositeit/Waterabsorptie	Poreusheid kan worden beoordeeld volgens EN 1936. De bepaling van de waterabsorptieweerstand is niet vereist voor de eerste markeringsaanduiding zoals gedefinieerd door de normen EN 1338 en EN 1339.
Wapeningsstaal	Bij betonbreukstenen mag er geen staal zichtbaar zijn.

In geval van specifieke en veeleisende toepassingen kunnen parameters die te maken hebben met eigenschappen zoals de mechanische sterkte, vorstbestendigheid of porositeit worden gemeten en gekwantificeerd door middel van proeven die worden uitgevoerd door erkende laboratoria.

Embodied carbon (Cradle to gate - production A1-A3)	kg CO ₂ eq./m ²	kg CO ₂ eq./kg
INIES databank (FR) - Individuele Verklaring - ALBAMIEL - Muren uit natuursteen ALBAMIEL, dikte van 15 tot 45 cm (v.1.1) *	11,4	0,02
INIES databank (FR) - Collectieve Verklaring - Association Pierres du Sud - Muur uit Zuid-Franse zandsteen (v.1.2) ***	12,2	0,02
INIES databank (FR) - Collectieve Verklaring - CERIB - Betonblok (plaatsing met dikke voegen) (v.1.8) ***	30,6	0,14

* Muur uit natuursteen van 15 tot 45 cm. Transport: 1623 km.

** Dragende muur in massieve natuursteen, dikte 40 cm. Transport: 100 km..

*** Hol betonblok B40, 20 x 50 x (20 à 25 ht) plaatsing met dikke voegen (gemetseld). Door het product afgelegde afstand: 57 km.

Opm.: de productiestadia (A1-A3) van de mortel werden toegevoegd wanneer deze niet waren meegerekend in de INIES-fiche.



Volgens deze bronnen voorkomt de uitvoering van 100 m² metselwerk voor landschapsarchitectuur uit betonbreukstenen de uitstoot van ~300 kg CO₂ eq. die gerelateerd aan de productie van nieuwe betonblokken of natuursteen. Dit komt overeen met de uitstoot van een kleine dieselauto over een afstand van ~1200 km.



Beschikbaarheid

Betonbreukstenen voor hergebruik zijn niet commercieel beschikbaar. Maar aangezien het materiaal afkomstig is van de recuperatie van betonnen bouwpuin (de belangrijkste fractie sloopafval), is de potentiële beschikbaarheid ervan groot. Bij vrijwel elk sloopproject wordt betonbreuksteen geproduceerd. In dat opzicht is het niet onmogelijk dat dit product een aanvulling zal vormen op het aanbod aan betongranulaten die worden geproduceerd door het vermalen van sloopafval.

Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen

Tijdens het vooronderzoek kunnen bepaalde beperkingen worden opgelegd, met name wanneer er sprake is van vervuiling met gevaarlijke stoffen:

→ Beton dat chemische aantasting onderging door contact met de bodem en het natuurlijke grondwater (wat overeenstemt met de drie blootstellingsklassen XA1, XA2 en XA3 van de norm NF EN 206).

→ Eventuele aanwezigheid van gipsresten op het beton, wat in principe onverenigbaar is met een toepassing als vloerbedekking. De blootstelling aan water kan namelijk leiden tot de vorming van zwellende mineralen zoals ettringiet, wat op termijn kan leiden tot beschadiging van de klinker of tegel.

→ Mogelijke aanwezigheid van asbest op het oppervlak van betonnen elementen (brandwerende gevelisolatie, voeg, lijm van de binnenbekleding, etc.) Een voorafgaande asbestverwijdering uit het gebouw kan een oplossing zijn om de betonelementen van asbestresten te ontdoen. Een betonelement dat tijdens zijn vorige gebruik in aanraking is geweest met asbest, hoeft daarom niet automatisch te worden afgekeurd voor herge-

Inspiratie!

In het kader van het project van de 'fabrique du Clos' in de wijk Clos-Saint-Lazare in Stains (Seine-Saint-Denis, Frankrijk) werden twee plaatsingsmethoden getest: een droge plaatsing en plaatsing in mortel.

Voor de eerste versie werd er een muurtje uit betonbreukstenen opgetrokken zonder mortelspecie en aan de 3 zijden bekist. Vervolgens bracht de aannemer een zelfverdichtend beton aan om de stenen langs hun niet-zichtbare kant vast te metselen, alsmede een pleisterlaag. Dit geeft een effect van uitstekende stenen met een holle voeg.

Voor de tweede versie werd rondom een bekisting aangebracht en nadat deze met losse breukstenen was gevuld, werd een zelfverdichtend beton gegoten. Vervolgens werden de zijden bewerkt tot de breukstenen zichtbaar waren.



Natuurmettselwerk voor landschapsarchitectuur van betonbreukstenen afkomstig van de afbraak van een woongebouw dat werd gebouwd tussen 1966 en 1970. De fabrique du Clos is een locatie waar de hergebruikmogelijkheden van betonelementen afkomstig van afbraak worden gedemonstreerd. Ze werd aangelegd en gebouwd met materialen die afkomstig zijn van de sloop van gebouwen in het kader van het stadsvernieuingsproject van Clos-Saint-Lazare.