

Cahier des charges Béton de chanvre (BCC).

Chanvre & Co sprl

1. Matériaux :

Le granulat de chanvre :

Issu de la tige de la plante, celui ci doit être agréé pour l'isolation des bâtiments. Il doit être clairement indiqué sur l'emballage que le produit est adapté à la confection de béton de chanvre.

La granulométrie doit être de 5 à 30 mm et le taux de poussières inférieure à 1%.

La densité est d'environ 100kg/M³ et l'humidité doit être inférieure à 20%.

Le chanvre doit être non roui, et la couleur doit être claire. Souvent en sacs de 20kg.

Le liant :

Utiliser un liant à base de chaux aérienne, pré-formulé et adapté à la confection de béton de chanvre tel que le TRADICAL PF 70 de chez Lhoist ou équivalent.

Il doit être clairement indiqué sur le sac que le liant est adapté à la confection de béton de chanvre.

Ces deux produits arrivent séparément sur chantier, et sont mélangés en continu, dans une machine de projection par voie sèche, développée spécifiquement pour le BCC.

2. Fiche technique du béton de chanvre.

Béton de chaux chanvre (BCC), formule "**mur**" : 100kg de chanvre (1M³) avec 180 kg de liant.

Densité du BCC "MUR" : +/- 300kg/M³.

Epaisseur min. : 8 cm

Epaisseur max. : 60 cm

Lambda: 0.062

Porosité : $\xi_{0\%} \sim 70\%$

Perméabilité à la vapeur : $c_{0\%} = 1600 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

3. Mise en œuvre par projection :

Préparation de chantier.

La préparation consiste à placer les guides de projection (chevrons de bois verticaux, et de niveau), tous les 2 mètres, des cordes de maçons sont tendues entre ces guides pour reprise des aplombs, et à placer cadres aux baies. Ces cadres provisoires sont placés à chaque ouverture, et sont enlevés le lendemain de la projection. Souvent, une plaque isolante mince est appliquée par la suite dans les baies, pour éviter les ponts thermiques. Sur murs irrégulier de grosses différences peuvent être corrigées, il est possible de placer par exemple 6 cm dans le bas du mur et 18 cm au-dessus pour obtenir l'aplomb.

Projection.

La mise en œuvre par projection nécessite trois ou quatre personnes. Les murs sont projetés et dressés, un par un, en une couche unique de l'épaisseur souhaitée. Après dressage contre les guides provisoires, ceux-ci sont directement enlevés et rebouchés par projection. Un homme charge la machine, un autre est à la lance de projection. Le troisième suit le projeteur pour dresser les murs et enlever les guides de projection, qui sont ensuite rebouchés par projection. Parfois, un quatrième opérateur est nécessaire pour la manutention des produits et le retour à la machine de projection, du chanvre issu du dressage, qui est entièrement réutilisé. Il est possible de projeter autour de 10M³ par jour, la projection dure généralement 2 à 8 jours pour une maison unifamiliale.

Par l'intérieur, le BCC se pose jusqu'au sol (praticable), par l'extérieur, un sous bassement de minimum 40 cm est nécessaire. Par exemple en verre cellulaire ou en Liège imputrescible. Un zinc est souvent placé entre le sous bassement et le BCC.

L'encombrement et la logistique et les alimentations:

La préparation (guides, cadres, protections...) est effectuée au préalable avec du petit matériel électrique. Durant cette phase, du 220v est suffisant. A ce moment seuls les guides et plaques sont livrées sur chantier, l'encombrement est donc limité à une ou deux palettes euro.

La machine de projection est livrée sur remorque juste avant la projection proprement dite, elle mesure 5M/2,5M, mais il faut une place de 7M/6M pour pouvoir tourner autour et l'alimenter.

Un groupe électrogène est souvent nécessaire vu la puissance requise de 35kva. Celui-ci est livré en même temps et doit être à 15M max. de la projeteuse.

Les produits sont aussi livrés juste avant la projection, il s'agit de palettes de 18 sacs de chanvre de 360kg, type « euro » de 2,45M de hauteur, et de palettes de sacs de chaux de 1100kg et 90/120 au sol. Ils doivent être placés le plus près possible de la projeteuse. La quantité de palettes de produits dépend évidemment de la taille du chantier, compter une palette au sol par 2M³ de BCC à mettre en place.

Une alimentation en eau est nécessaire lors de la projection, un simple robinet sur le réseau de distribution suffit dans la majorité des cas, la pression doit être au min. de 2.5bar.

4. Applications du BCC « Prohemp » :

A. Rénovation:

Le béton de chaux-chanvre est particulièrement adapté à la restauration de bâtiments anciens, en pierres ou en briques, maçonneries avec du chaux-sable. (Fermes, châteaux, patrimoine classé, habitats groupés...)

Le support doit être poreux (briques, pierre naturelle, blocs de béton, de terre cuite...)

Un décapage des anciens enduits ou peintures est nécessaire. Minimum 75% de la surface doit être « à nu ». Des guides de projection (chevrons) et des cordes de maçons sont posés au préalable pour pouvoir aligner les blochets et cadres de fenêtres. Ces guides sont souvent placés de niveau, ce qui permet de reprendre l'inégalité des murs. L'électricité et le sanitaire sont alors posés. Pas besoin de rainurer les murs. Les blochets électriques sont fixés sur des cales de bois (souvent des morceaux de chevrons) qui sont elles même fixées mécaniquement dans le mur. Les câbles et tuyaux sont fixés tous les 50cm au mur pour ne pas s'en écarter lors de la projection. Le recouvrement des éléments noyés doit être au min. de 5 cm de BCC, voir plus pour de plus gros éléments. S'ils sont déjà placés, protéger les châssis, ainsi que tout élément ne devant pas être salit.

Le béton de chanvre est alors projeté sur 8 à 20 cm d'épaisseur, en une couche, directement sur le mur existant. Le lait de chaux pénètre alors dans la porosité du support et garanti l'accroche de l'isolant. Le BCC est ensuite dressé à la règle contre les guides de projection. Ceux-ci sont enlevés directement après dressage, puis rebouchés par projection. La planéité de ces endroits est obtenue avec une taloche à clous. L'aplomb vertical et horizontal est ainsi repris. Le résidu de projection et de dressage est réutilisé dans la machine de projection au fur et à mesure, il n'y a donc pas de déchets de chantier.

L'enduit de finition (plâtre, chaux ou argile) peut être posé après 3 à 5 semaines.

Vu l'épaisseur min. de 8cm pour la projection du BCC, il n'est généralement pas placé dans les retours de baies. Ceux ci sont isolés avec des plaques de Liège ou de PU, de 2 à 5 cm, avant de placer les enduits. Sur les linteaux au-dessus des baies, souvent en bois, en béton lisse ou en métal, une cornière à fils « type Widra ». Cette cornière permet de décoffrer dès le lendemain, vu que le BCC s'y accroche mécaniquement.

Grace à un BCC placé à l'intérieur et recouvert directement d'un enduit, la contre cloison technique peut être évitée et le confort augmenté. L'inertie intérieure offre une stabilité de température car elle absorbe les pics quand le système de chauffage ou le poêle fonctionne, et restitue la chaleur absorbée quand la source de chaleur disparaît. La régulation de l'humidité est l'autre point fort du produit.

B. Constructions neuves à ossature bois:

Généralités:

Sur ossature bois, le grand problème est l'inertie, avec les solutions anciennes, on doit mettre une multitude de couches successives pour arriver à une paroi d'efficacité moyenne : un bardage, une épaisseur de fibre de bois correcte pour le déphasage jour/nuit, l'isolant léger, un pare vapeur pour protéger celui-ci, une nouvelle couche de fibre de bois pour l'inertie intérieure qui amène le confort, une contre cloison technique, une plaque de plâtre et enfin un enduit de finition. Quid de l'hygrométrie de ces parois ?

Le béton de chanvre projeté sur place, permet d'éviter tout ceci avec un mono-produit, isolant, massique et régulateur d'humidité. Le cycle jour/nuit est amorti à 99% déjà à partir de 25cm. L'inertie intérieure offre une stabilité de température car elle absorbe les pics quand le système de chauffage ou le poêle fonctionne, et restitue la chaleur absorbée quand la source de chaleur disparaît.

Mise en œuvre :

L'ossature bois est classique, par exemple des sections 6/16 ou 6/22 tous les 40 ou 50 cm. Elle repose sur une ceinture en blocs cellulaire ou équivalent, pour éviter les remontées capillaires. Le système de poteaux-poutres est moins adapté à l'isolation en BCC.

Pour la projection de l'isolant sur les murs, la toiture est couverte mais les tuiles ne sont pas posées, les châssis ne sont pas encore placés. Ceci n'est pas obligatoire mais évite du travail de protection. Les techniques (électricité, sanitaire...) sont installées sur l'ossature avant la projection de béton de chanvre.

L'idéal est que l'ossature soit d'environ la moitié de l'épaisseur totale du mur, c.à.d. une ossature de 60/180 pour un mur de 360mm en béton de chanvre, ou une 60/220 pour 44cm de BCC. Cela permet de placer une couche de chanvre complètement continue, qui enrobe l'ossature, par l'extérieur ou l'intérieur en fonction de la technique choisie.

Même si il existe d'autres possibilités, ci-dessous sont décrites les deux méthodes les plus courantes pour isoler en béton de chanvre les murs d'une ossature bois. Ces techniques ont un rapport optimal entre prix/rapidité/facilité de mise en œuvre/performances.

1. Système constructif avec finition extérieure en bardage (bois, ardoise ou autres):

Le bardage doit être fixé sur l'ossature de bois, avec, entre les deux, la plaque de fibre de bois perspirante de contreventement (type AGEPAN DWD ou équivalent).

La projection de BCC se réalise alors de l'intérieur, contre cette plaque fixée à l'extérieur de l'ossature. L'ossature est noyée et recouverte d'une couche supplémentaire côté intérieur.

Cette couche permet :

- D'éviter les ponts thermiques et les points faibles d'étanchéité au niveau des montants de l'ossature. Il n'y a plus de « caissonnement » de l'isolant (bois/isolant/bois....)
- De faciliter la mise en œuvre d'un enduit intérieur, directement sur le BCC, sans avoir les bois apparents,

D'éviter les contres- cloisons techniques, néfastes à l'inertie intérieure et donc au confort, Les techniques sont en effet placées au préalable et noyées dans l'épaisseur des murs, D'obtenir un mur massique, capable de réguler la vapeur intérieure.

La coupe du mur est donc :

Enduit intérieur

BCC avec l'ossature noyée dans son épaisseur

Plaque de contreventement fixée sur l'ossature

Lattage/contre lattage

Bardage extérieur

Un exemple de maison très basse énergie :

Une ossature de 6/22, noyée dans une épaisseur de 40 cm de BCC

L'épaisseur totale du mur est de 40cm + 2cm (enduit int.) + env. 8 cm pour bardage.

Total : 50 cm

2. Système constructif avec finition extérieure en enduit ou crépis:

Ici, le but est de noyer l'ossature par l'extérieur, et d'obtenir cette surface extérieure en BCC, sans bois apparents, pour pouvoir facilement enduire avec un enduit/crépis minéral, directement sur le BCC.

Après la pose de l'ossature et des techniques, une natte de bambous fendus est fixée coté intérieur de l'ossature. Celle-ci sert de coffrage perdu à la projection de BCC et est un très bon support pour l'enduit intérieur. Elle est ajourée, cet enduit fait donc corps avec le BCC. La projection de BCC s'effectue ici de l'extérieur, contre cette natte de bambous.

L'ossature est noyée et recouverte d'une couche continue de BCC, coté extérieur cette fois.

L'enduit/crépis minéral est ensuite placé. Comme pour la technique avec bardage, une couche d'isolant 100% continue est en place et évite les désagréments d'une ossature apparente des deux côtés. Le mur est massif et perspirant

5. Mise en œuvre manuelle par banchage (coffrages)

Le béton de chanvre peut s'appliquer de façon manuelle, sans machine de projection.

Le mélange de chanvre et de chaux est alors réalisé dans une bétonnière classique ou un malaxeur planétaire. Plus le volume de ces mélangeurs est grand, plus les mélanges pourront être importants. Il est ensuite déversé dans des coffrages réalisés au préalable.

La technique de coffrage consiste à placer des guides (chevrons) à l'épaisseur désirée, par exemple à 12 cm du mur à isoler. Ces chevrons verticaux peuvent être fixés aux murs avec deux vis « Turbo » ou « Amo » de 18 cm ou plus. Bien d'aplomb. Des plaques de coffrage (osb ou autre) sont alors fixées sur ces chevrons, l'espace entre la plaque et le mur est alors rempli de BCC. Après remplissage de la première plaque, celle-ci est remontée de 30 cm pour continuer ainsi de suite le coffrage du mur. Parfois, il est plus facile de travailler avec deux plaques en hauteur, que l'on relève successivement, ceci évite que le produit ne s'écarte du mur si on tasse trop fort la couche suivante.

Pour faciliter l'accroche au mur, il est conseillé de faire un gobetis au préalable et de bien pré mouiller le mur. Parfois, un peu de plâtre naturel est ajouté pour faciliter le collage du BCC, qui est tassé parallèlement au mur. Maximum 10% pour ne pas influencer la perméabilité à la vapeur.

Le mélange préconisé par ChanvrEco dans une bétonnière classique est le suivant :

A. 30 à 38 litres d'eau

B. ¾ de sac de 22kg Tradical PF70

C. ½ sac de 20kg de « PROHEMP » standard

Ce mélange représente environs 100 litres de BCC.

Pour le calcul des produits nécessaire, il faut connaître le volume à isoler (Surface sur épaisseur).

Par exemple, pour un besoin de 160M² en 10cm, il faut 16 M³ de BCC :

A. 16 X 5 = 80 sacs de « Prohemp » (puisque un sac de 20kg représente 200 litres)

B. 80 X 1,5 = 120 sacs de Tradical PF70 (le calcul est : sacs de chanvre multiplié par 1,5)

En cas de besoin, une assistance à l'auto-construction est apportée par ChanvrEco et ses partenaires.

6. Les finitions.

Le BCC peut être recouvert par un enduit de finition après 3 à 5 semaines. Pour évacuer l'eau du béton de chanvre, il faut que le chantier soit bien ventilé pendant toute la durée du séchage. Placer un déshumidificateur si nécessaire (en cas de météo pluvieuse ou bâtiment très humide), minimum 5 jours après la projection. Pas de canon à chaleur au gaz, qui produisent de l'humidité.

Par l'extérieur, recouvrir dans les 6 mois maximum d'un enduit à base minérale.

Le BCC présente une bonne homogénéité et porosité, il est donc aisé de le recouvrir d'un enduit de finition. Le BCC ne "tire" pas l'eau des enduits. Le gobetis d'accroche n'est pas nécessaires. Les enduits de finition sont placés en deux couches, un corps d'enduit de 1 à 2 cm, puis la couche de finition de quelques millimètres. Un treillis de renfort est fortement conseillé.

L'idéal sur ce type d'isolant très perspirant est de placer des enduits à base de chaux ou d'argile, mais le plâtre est aussi autorisé, pour autant que celui ci soit aussi perméable. (ce qui est le cas de nombreux produits sur le marché).

Si des peintures sont appliquées, veiller aussi à ce qu'elles soient perspirantes.

7. Protections individuelles :

Vu le coté irritant de la chaux lors de la mise en œuvre, il est obligatoire de porter les équipements suivants sur tous chantier de projection de béton de chanvre

- Masque a poussière (FFP2 minimum)
- Gants étanches
- Protection des yeux : lunettes ou masque intégral
- Combinaison et masque intégral pour le projeteur
- En cas de contacts prolongés avec la chaux, risque de brulures
- En cas de contact avec les yeux, rincez abondamment à l'eau claire.