

Support de stage banchage et enduits chanvre (by cynt)

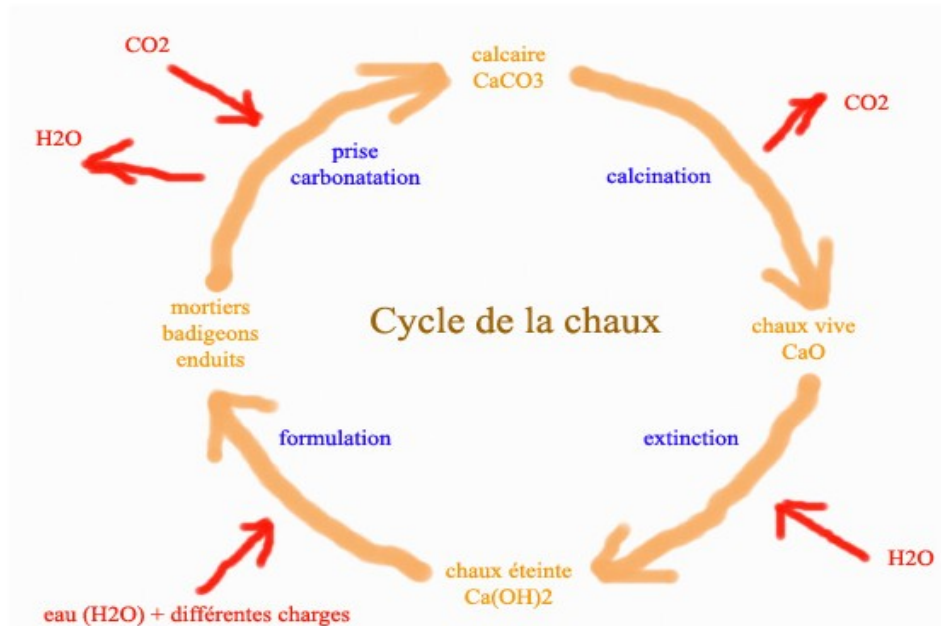
NB : les mélanges indiqués dans ce document sont donnés à titre indicatif. Veuillez vous référer aux dossiers techniques du fabricant de la chaux utilisée sur votre chantier, pour connaître les proportions, les modes de production et d'application des mortiers.

La chaux

L'utilisation généralisée de la chaux dans la restauration du bâti traditionnel (par opposition au conventionnel) favorise la perméabilité à la vapeur d'eau, indispensable à la respiration des anciennes maçonneries (pierre, pisé). C'est un matériau d'une grande souplesse, agréable à travailler, et vite accessible dans sa mise en œuvre.

Le cycle de la chaux

Illustration 1: <http://www.rmbtp-recyclage.fr/images/stories/cycleChaux.png>



La chaux est obtenue par la calcination du calcaire. La nature du calcaire utilisé, pur ou argileux, détermine la prise, aérienne ou hydraulique de la chaux, entendons prise à l'air, ou prise à l'eau et à l'air.

La pierre calcaire (carbonate de chaux CaCO_3) est cuite à environ 900°C . Il y a donc une perte de gaz carbonique (CO_2), qui donne de la chaux vive (oxyde de calcium CaO), élément instable, c'est une base forte, avide d'eau.

On éteint alors la chaux avec de l'eau (H_2O) et l'on obtient une chaux éteinte (hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$), en poudre (sans excès d'eau), ou en pâte (excès d'eau).

En la mélangeant à l'eau (H_2O) de gâchage, et au contact de l'air (apport de CO_2), la carbonatation (prise hydraulique et aérienne) s'enclenche, et l'on obtient une chaux carbonatée (carbonate de chaux CaCO_3), soit l'état initial de pierre calcaire.

Les différents types de chaux

La norme des chaux de construction permet de savoir si une chaux est calcique ou dolomitique, aérienne ou hydraulique, de résistance faible ou forte, pure ou bâtarde.

Seules les chaux en pâte échappent encore à la pré-norme Européenne 15 311.

Les chaux aériennes

On distingue trois sortes de chaux aériennes selon le pourcentage de calcaire ou d'oxyde de magnésium :

chaux calcique

(CL Calcic Lime), provenant d'un calcaire pur, contenant moins de 5% d'oxyde de magnésium (MgO). La valeur indique la teneur minimale en chaux, CL90, CL80 ou CL70.

chaux en pâte

identique à la précédente, mais maintenue en excès d'eau. Elle est très appréciée pour sa plasticité dans les peintures, stucs, et autres enduits de finition.

chaux magnésienne

chaux fabriquée à partir d'un calcaire contenant de 5% à 34% d'oxyde de magnésium. Elles se trouvent plutôt en Bretagne et dans le Nord de la France.

chaux dolomitique

(DL Dolomitic Lime), qui contient de l'oxyde de calcium et de 34% à 41% d'oxyde de magnésium . La valeur indique la teneur minimale en chaux calcique et magnésienne, DL85, DL80.

Les chaux hydrauliques

Si la pierre contient de l'argile, la cuisson va combiner la chaux avec la silice et l'alumine de l'argile pour former des silicates et aluminates de chaux. La prise aérienne d'une chaux hydraulique représente environ 30% de sa prise.

Chaux hydraulique naturelle (NHL Natural Hydraulic Lime)
Trois classes de résistance sont proposées : NHL2, NHL3,5 et NHL5.

La valeur indiquée correspond à la résistance développée (en Mpa) à 28 jours.

On utilisera de préférence une chaux hydraulique de faible résistance, une NHL2, sur des murs en terre ou pierre tendre. La chaux NHL3,5 peut convenir pour des supports de pierre froide.

On évitera la chaux NHL5 sur le bâti ancien.

On peut trouver des nomenclatures du type NHL-Z ou HL, qui indique une adjuventation après extinction de la chaux, de matériaux pouzzolanique ou hydraulique.

Enduit en trois couches

Voici, à titre indicatif, la technique préconisée par le DTU 26-1 :

c'est la technique de restauration du bâti ancien par excellence ! Les mortiers utilisés sont la plupart du temps préparés sur le chantier, et appliqués manuellement même si le DTU 26-1 autorise une mise en œuvre mécanique.

- La première couche appelée gobetis assure l'adhérence de l'enduit au support. Projeté en une couche de 5 mm d'épaisseur, la surface de ce mortier fortement dosé en liant doit rester rugueuse pour faciliter l'accrochage de la deuxième couche.
Il faut attendre 48 heures minimum avant d'effectuer la seconde couche qui forme le corps d'enduit (appliquée sur le gobetis réhumidifié la veille).
- La deuxième couche ou corps d'enduit de 15 à 20 mm d'épaisseur est appliquée en deux passes ou plus, dressé à la règle, serré à la taloche mais pas taloché pour conserver sa rugosité.
Il sert à imperméabiliser et à redresser le support.
L'épaisseur cumulée des deux premières couches doit être comprise entre 15 et 20 mm et assurer en tout point un recouvrement d'au moins 10 mm.
Après 7 à 9 jours de séchage minimum, selon la nature du liant du corps d'enduit, la dernière étape consiste en une couche de finition de 3 à 7 mm d'épaisseur.
- La troisième couche est exécutée en une ou plusieurs passes selon le type de mortier et l'aspect recherché. En plus de son rôle décoratif, cette couche de finition protège le corps d'enduit pour qu'il conserve toutes ses caractéristiques d'imperméabilisation.

Le chanvre

Origines, fabrication et propriétés

Le chanvre textile (*Canabis sativa*) est une plante annuelle, à caractéristique minérale (particules de silice), qui nécessite peu d'intrants et peu, voir pas d'irrigation, selon les régions.

Anciennement utilisée pour la confection de vêtements, cordages, papier, huile, alimentation animale et humaine, on la trouve rarement dans le bâti ancien, du fait de ses qualités de durabilité et de résistance qui la destinaient en priorité à des usages à plus forte valeur ajoutée (corderies).

Depuis une vingtaine d'années, le chanvre est devenu un matériau de construction et d'isolation, sous forme de granules de 5 à 15mm de longueur, la chenevotte (partie centrale de la tige), ou de filasse (fibres longues).

La chenevotte peut être utilisée en vrac, banchée, en enduit.

La filasse quant à elle, est surtout utilisée en vrac, pour le remplissage dans des structures bois, mais peut aussi entrer dans la composition de béton léger isolant.

Viennent ensuite les panneaux et rouleaux de laine de chanvre qui permettent l'isolation entre les éléments d'ossature.

C'est un matériau respirant (emmagasine et restitue), isolant thermique et phonique, régulateur hygrométrique, recyclable, non consommé par les rongeurs et les insectes. Il possède une chaleur surfacique élevée (rayonnement) et une faible masse volumique. Notons que sa fibre est 3,5 fois plus résistante qu'une fibre de verre pour une masse volumique 5 fois inférieure.

Données techniques

- Densité : Chenevotte : 110kg/m³
Laine de chanvre : de 30 à 50kg/m³ selon le poste (planchers, sous-toiture...)
- Conductivité thermique :
Chenevotte en vrac sèche : $\lambda=0,048$ W/m.°C
Laine de chanvre en vrac : $\lambda=0,039$ W/m.°C
Béton de chanvre : $\lambda= \sim 0,06$ W/m.°C
- Comportement au feu : pas de classement (équivalent M2)
- Perméabilité à la vapeur d'eau : $\mu=1$ à 2



Illustration 2: Chenevotte

Le plâtre gros

Plâtre pur non adjuvanté, issu du gypse et d'une cuisson appropriée pour en faire un «plâtre gros» seul compatible avec la chaux aérienne CL90 référencé dans le DTU 26, 1 mai 1990 des enduits de Meaux, (mélange traditionnel du mélange gypse et calcaire. Pour réaliser cette alliance, il faut un gypse 100% naturel.)

Dans le mortier plâtre et chaux traditionnel (plus agrégats) très ancien, utilisé dans de nombreux pays, les qualités intrinsèques de chaque liant sont conjuguées et amplifiées, chacun apportant à l'autre ses qualités physiques et chimiques, qualifié de «mariage d'amour» en Italie.

La combinaison de ces deux matériaux crée une roche de grande qualité pour ce que l'on recherche avec la maçonnerie bio-énergétique: force et souplesse, régulation hygrométrique, phonique, acoustique et rayonnement. Le plâtre gros associé à la chaux aérienne crée une prise rapide du matériau et permet le décoffrage immédiat des banches.

La ponce

La pierre ponce, ou pouzzolane, est un agrégat structurant qui contient plus de 60% de silice.

Utilisé avec la chaux aérienne, cet agrégat crée une réaction chimique naturelle en précipitant et en amplifiant la carbonatation (courbe pouzzolanique) : il dynamise et harmonise la reprise du gaz carbonique de l'air et fortifie la structure à coeur et le rayonnement du matériau.

Cet agrégat pouzzolanique renforce la structure de la chaux.

Physiquement, il crée un tampon hygrométrique par sa structure alvéolée qui emmagasine l'eau, si précieuse à une bonne carbonatation de la chaux (c'est-à-dire lente). La structure alvéolée des grains de pierre ponce fait de cet agrégat un puissant régulateur phonique et acoustique.



Illustration 3: liants et agrégats



Illustration 4: chènevotte, chaux CL90 et ponce

Outillage

Les mélanges peuvent être préparés en bétonnière d'une capacité totale supérieure ou égale à 350 litres, pour un bon brassage de la matière.

Pour de l'enduit chanvre, mélanger par 100l de chènevotte (un demi sac)

Pour du banchage, mélanger par 50l de chènevotte (un quart de sac).

Avec un malaxeur, les quantités brassées peuvent être plus importantes.

<https://www.alliance4.fr/locations/>

Murs banchés et doublage de murs par banchage

Le chanvre banché peut être utilisé pour doubler des murs existants, créer des cloisons, réaliser des dalles, des planchers d'étage...

Il peut aussi servir de remplissage des murs dans les constructions à ossature bois.

Les proportions

- 200 litres de chènevotte
- 40 litres de chaux aérienne CL90
- 30 litres de ponce ou pouzzolane ou sable (granulométrie 0,4mm)
- 30 litres de plâtre gros
- 70 litres d'eau en aspersion

La préparation de la matière

Avec un malaxeur :

- déverser les 100 litres de chènevotte
- Arroser en pluie fine avec 20 litres d'eau
- Ajouter 20 litres de chaux CL90
- Ajouter 15 litres de ponce
- Arroser avec 10 litres d'eau
- Ajouter 15 litres de plâtre gros
- Et enfin, ajouter 5 litres d'eau

Avec une bétonnière :

- Introduire la totalité de l'eau
- Ajouter la ponce et la chaux
- Déverser le chanvre
- Ajouter le plâtre gros au dernier moment

Pour une bonne homogénéité du mélange en bétonnière, produire par 50 litres de chènevotte, soit un quart de sac, et diviser par 4 les proportions indiquées plus haut.

Soit :

- 17,5 litres d'eau
- 10 litres de chaux aérienne CL90
- 7,5 litres de ponce ou pouzzolane ou sable (granulométrie 0,4mm)
- 50 litres de chènevotte
- 7,5 litres de plâtre gros

La mise en oeuvre

- En doublage de mur, fixer des tasseaux tous les 60 à 70cm, à l'aplomb, qui serviront à fixer les banches, et constitueront un bon amarrage du doublage.
- Arroser le mur et projeter un gobetis d'accroche (48h de séchage).
- Fixer les vis écarteuses sur l'ossature. Puis fixer les banches.
- le mélange prêt, on le déverse régulièrement dans les banches, sur une épaisseur de 15cm. On utilise un peigne pour « ranger la matière ». Tasser énergiquement avec le peigne afin que le mélange soit bien organisé.
- A l'aide d'un chevron, tasser le milieu du mur, puis les angles.
- La banche remplie, on décoffre afin de permettre le processus de carbonatation.
- L'on peut remonter la banche en laissant 20cm de recouvrement afin d'éviter les effets de reprise de banche.
- Ne pas laisser le mélange confiné derrière les banches.
- L'ouvrabilité de ce mélange est d'une quinzaine de minutes, du fait de l'utilisation de plâtre.

Recommandations

- Le mélange est humide, mais jamais trempé. Lorsqu'on fait une boule dans la main, le mélange s'agglomère bien et ne laisse pas de trace d'humidité dans la main.
- Toujours mettre gants, lunettes et masque pour le poste malaxeur.

Épaisseur ossature bois et recouvrement

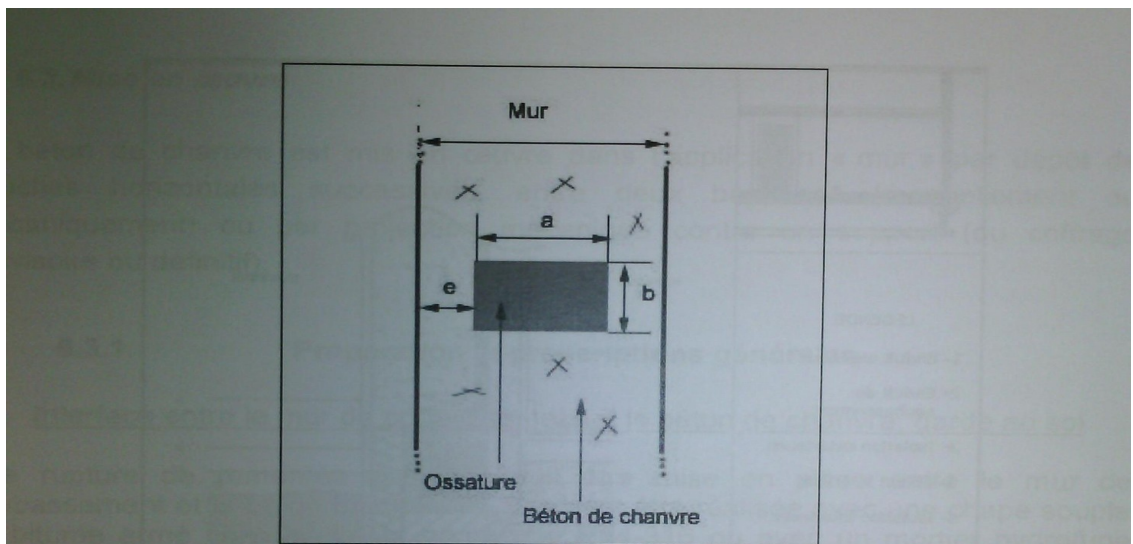
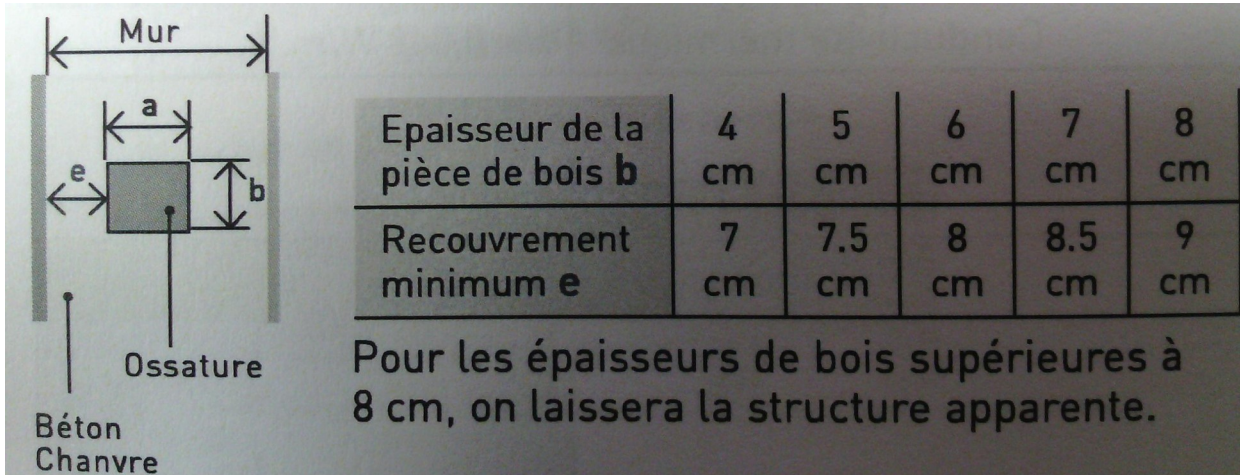


Figure 5 : Coupe horizontale du mur ; épaisseur d'enrobage (e) et section de bois (a et b)

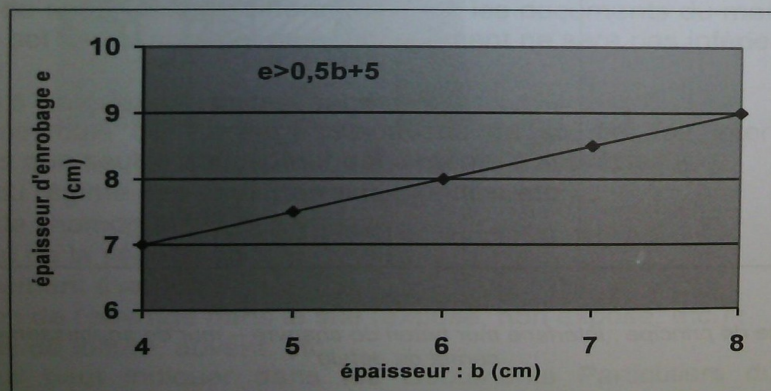


Figure 6 : épaisseur d'enrobage minimum (e) en fonction de l'épaisseur (b) de la pièce de bois



Illustration 5: doublage de mur par banchage



Illustration 6: coffrage pour cloison



Illustration 7: chanvre banché-détail



Illustration 8: doublage de mur avec ossature apparente



Illustration 9: Cloison banchée avec ossature apparente

Enduits chanvre

Les proportions

- **Gobetis** (entre 4 et 7 mm d'épaisseur)
1 volume de chaux aérienne CL90
2 volumes de ponce ou pouzzolane ou sable
- **Corps d'enduit** (de 3 à 5 cm d'épaisseur)
100 litres de chenevotte
110 litres de chaux CL90
30 litres de ponce ou sable
65 litres d'eau
- **Couche de finition** (en 2 cm)
100 litres de chenevotte
110 litres de chaux CL90
30 litres de ponce ou sable
70 litres d'eau

Préparation de la matière

L'enduit doit être préparé au minimum 24h avant l'application, afin de laisser se développer la matière, dans un malaxeur ou une bétonnière à grosse contenance (350 litres).

Stocker le mélange dans des bassines, recouvertes d'un film plastique à même la matière, ce qui empêche la carbonatation.

Ajouter une pellicule d'eau avant de recouvrir le mélange si l'application se fait plusieurs jours après la production de l'enduit.

Avant la mise en œuvre, vérifier l'homogénéité du mélange, ajouter de l'eau et/ou malaxer à l'aide d'un malaxeur portatif.

Mise en oeuvre

L'enduit de 5 à 7cm se réalise en deux passes sur gobetis, sur supports tels que béton, brique, pierre, pisé, siporex.

Le corps d'enduit (3 à 5cm)

Poser l'enduit à la truelle, de manière régulière, afin d'obtenir une surface la plus plane possible. Serrer à la truelle, ou à la taloche bois, pour rapprocher les particules qui composent le mélange. Attention à ne pas lisser cette couche, la rugosité étant nécessaire pour l'accroche de la couche de finition.

La couche de finition (2 à 3cm)

Elle se pose à fresco le lendemain, ou a secco, après environ une semaine de carbonatation. Une fois l'enduit posé, on resserre à l'aide de la truelle, ou d'un platoir italien, en général le lendemain. On obtient ainsi un fini qui se rapproche du glacis.

Le développement de la matière

0,65 m³ de chenevotte pour faire 1m³ de corps d'enduit avec lequel on réalise 23m² en 3cm d'épaisseur, 17,5m² en 4cm et 14,25m² en 5cm.

0,65m³ de chenevotte pour faire 1m³ d'enduit de finition avec lequel on réalise 34,5m² en 2cm d'épaisseur, 23m² en 3cm.



Illustration 10: détail enduit chanvre

Lexique

- **Carbonatation** : Reprise du gaz carbonique dans l'air que la chaux a perdu à la cuisson de la roche originelle (calcaire pur).
C'est un processus chimique par lequel les hydroxydes de calcium présents dans la chaux éteinte se transforment en carbonate de calcium après être entrés en contact avec le dioxyde de carbone de l'atmosphère .
- **Pouzzolane** : désigne à l'origine des cendres volcaniques extraites dans la région de Pouzzole en Italie. Matériau riche en alumine, silice, chaux et fer réagissant avec la chaux et l'eau pour former un hydrate stable qui contribuent aux propriétés hydrauliques du mortier formé. On parle aussi de courbe pouzzolanique.

Réglementation

- Le DTU 26.1 (norme NF P-201) de mai 1990, “Enduits au mortier de ciment, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne” précise les règles de l’art à respecter concernant la préparation et l’exécution des enduits traditionnels.
- La NF EN 459-1-2-3 d’octobre 2002, “Chaux de construction” fixe la terminologie afférente aux différentes chaux naturelles, donne leur classe de résistance en fonction de leur résistance mécanique et d’un minimum de taux de chaux libre à respecter.
- la NF EN 998 de décembre 2010, “Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie”

Ressources documentaires et/ou fournisseurs de liants/chanvre

Site de référence sur la normalisation de la construction/rénovation chanvre

<http://construire-en-chanvre.fr/>

Site d’un grossiste en matériaux, basé en Isère. Vous trouverez sur leur site de nombreuses fiches techniques, un calculateur pour estimer les quantités de matériaux nécessaires, des offres de location de matériel, etc.

<https://www.alliance4.fr/>

Site des produits Tradical, Balthazar et Cotte Bâtiment

<http://www.bcb-tradical.com/>

Document technique des chaux St Astier :

<http://www.c-e-s-a.fr/wp-content/uploads/2015/10/Chanvre-plaquette.pdf>

Site d'une coopérative de production de chanvre, qui propose des expertises, des documents de mise en œuvre...

<https://www.ecopertica.com/>

Guide d'application réalisé par la filière du chanvre poitevin

http://www.chanvre-mellois.com/userfiles/File/CHANVRE_POITEVIN.pdf

Maisons paysannes de France, Association nationale de sauvegarde du patrimoine rural bâti et paysager

<http://www.maisons-paysannes.org/>

Bibliographie

Ecole d'Avignon - « **Techniques et pratique de la chaux** »

Jean-Pierre Oliva - « **L'isolation écologique** »

Yves Kühn - « **Manuel technique canosmose** »

Construire en chanvre « **Règles professionnelles** »