



C'est réglé pour le chanvre

Le béton de chanvre s'adapte à toutes les architectures, traditionnelles ou contemporaines.

Un plante miracle pour l'écoconstruction ?

Passée sous silence par les grands médias, voici une double information qui va peut-être changer l'avenir de la construction écologique. Et du même coup le paysage agricole français ! Il s'agit de la validation des règles professionnelles pour le béton de chanvre, et de la mise au point de la première machine à projeter le chanvre « à sec ». Enquête...

Réunis en juin dernier à Paris, les différents acteurs de la filière chanvre, ainsi que les organismes de contrôle du bâtiment viennent de valider définitivement les premières Règles professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre*. Un moment unique, historique qui traduit la volonté de toute une filière de voir définie et énoncée clairement la mise en œuvre du matériau chanvre. Désormais, tout professionnel du chanvre pourra et devra se référer à ces règles – sur lesquelles on peut s'appuyer en cas de litige – pour réaliser et mettre en œuvre des bétons de chanvre « aux normes ». Elaboré sous la direction d'un comité de pilotage composé du ministère de l'Agriculture, du ministère de l'Équipement, du Comité économique agricole de la production en chanvre, de la Fédération française du bâtiment, et de l'Association

Construire en Chanvre (à l'initiative du projet), ce document apporte une garantie aux assureurs qui peuvent désormais couvrir « sans risque » les entreprises de construction en chanvre. Selon Bernard Boyeux, vice-président de Construire en chanvre et directeur de développement des technologies chanvre et chaux chez Lhoist, « la validation des règles professionnelles est une première marche vers l'obtention d'un DTU**. On a mis le doigt dans un système jusque là bloqué. Du coup, de nouvelles perspectives s'ouvrent pour des techniques dépourvues de cadre réglementaire comme la pierre sèche, la terre crue, la paille. »

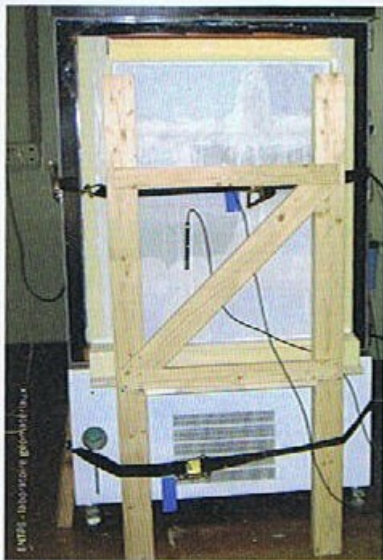
De nouveaux horizons pour la filière chanvre

Matériau phare de la construction écologique, avec le bois, le chanvre textile (*Cannabis sativa*) est fréquemment mis en



La projection mécanisée du béton de chanvre s'adapte à la réalisation de murs mais aussi de dalle, d'isolation de toiture.

Grâce aux récents progrès de la mécanisation, quelques jours suffisent pour réaliser une maison presque 100 % béton de chanvre.



Les travaux menés par l'ENTPE ont permis de connaître les caractéristiques thermiques, acoustiques et mécaniques du béton de chanvre.

œuvre en construction écologique depuis la fin des années 80. On retrouve la partie fibreuse de la tige dans des laines isolantes. De son côté, la chènevotte, la partie intérieure de la tige, est incorporée à des bétons et mortiers servant à réaliser des dalles isolantes, des remplissages de murs pour des maisons à ossature bois, des blocs préfabriqués, des enduits isolants... Grâce à sa structure microporeuse et à sa légèreté, la chènevotte, adjuvantée d'un liant (en général de la chaux) et d'eau, confère à ces mélanges des qualités thermiques et acoustiques très intéressantes. Avec l'édition des règles professionnelles, un verrou vient donc de sauter, et de nouvelles perspectives s'ouvrent à la filière chanvre dans son ensemble. En premier lieu les agriculteurs (avec 10 000 ha plantés, la France produit 50 % du chanvre européen) qui voient là une opportunité de diversifier leur production tout en préservant l'environnement : la culture du chanvre ne nécessite ni pesticides ni engrais et se satisfait très bien du climat tempéré français. Également les industriels qui transforment la matière première. Enfin les entreprises et artisans du bâtiment soucieux de privilégier des techniques écologiques de qualité (voir encadré sur l'analyse du cycle de vie).

vant l'environnement : la culture du chanvre ne nécessite ni pesticides ni engrais et se satisfait très bien du climat tempéré français. Également les industriels qui transforment la matière première. Enfin les entreprises et artisans du bâtiment soucieux de privilégier des techniques écologiques de qualité (voir encadré sur l'analyse du cycle de vie).

Un appui scientifique décisif

La validation des règles professionnelles n'aurait pu voir le jour sans un appui scientifique reconnu. Celui-ci fut fourni par le laboratoire de recherche Géomatériaux de l'ENTPE, l'École nationale des travaux publics de l'État, intégré à une unité de recherche associée au CNRS. Laurent Arnaud, chercheur dans ce laboratoire, s'intéresse depuis 1998 au béton de chanvre. Il s'explique :

Question de vocabulaire : mortier ou béton ?

Mortier et béton sont composés de granulat, de liant et d'eau. Mais on parle de béton lorsque le mélange est mis en œuvre en forte épaisseur (mur, dalle) ; on emploie le terme de mortier lorsque le mélange n'est qu'un complément de maçonnerie (jointoiement, enduit).

Les enduits isolants chaux-chanvre respectent l'équilibre hygrothermique du bâti ancien.



	Béton de chanvre ENDUIT(1)	Béton de chanvre SOL(2)	Béton de chanvre MUR(2)	Béton de chanvre TOIT(2)
Masse volumique sur matière sèche en kg/m ³	800	500	420	25
Module d'élasticité en Mpa (Mégapascal)	25	20	20	3
Résistance à la compression après 28 jours (3)	0,4	0,3	0,3	0,1
Conductivité thermique (en W/m.K)	0,17	0,10	0,10	0,06

(1) Réalisé avec un mélange de chènevotte et de chaux Tradichanvre.

(2) Réalisé avec un mélange de chènevotte et de chaux Tradical PF 70.

(3) Pour les bétons de chanvre ces chiffres doublent voire triplent après plusieurs mois de séchage.



Une nouvelle machine à projeter le chanvre sera commercialisée en 2008. Principale innovation : la diminution des quantités d'eau nécessaires.

« Pour tous les matériaux, le granulat est considéré comme indéformable par hypothèse. Or, avec le béton de chanvre, le granulat doit être considéré comme déformable car il est poreux et souple. Cette donnée de départ m'a stimulé. » Des dizaines d'échantillons de bétons de chanvre ont donc subi une batterie de tests pour finalement aboutir à la caractérisation du matériau selon ses qualités mécaniques, thermiques et acoustiques. « C'est une chance, confie le chercheur. En général une seule de ces propriétés est étudiée pour caractériser un matériau. » En outre, la parution d'une thèse de doctorat à l'automne 2007 devrait apporter une réponse à un phénomène encore mal expliqué : le mode de transfert de l'énergie à travers le béton de chanvre est conductif et convectif, alors qu'il est uniquement conductif pour des matériaux tels que le béton cellulaire ou la brique monomur. Cette caractéristique améliore de façon très sensible le comportement thermique du béton de chanvre. Se produisent en effet au sein des murs des phénomènes de changement de phase de la vapeur d'eau contenue dans l'air qui font intervenir beaucoup d'énergie. La condensation libère de la chaleur alors que la vaporisation en absorbe. L'inertie des murs s'en trouve accrue.

Le béton de chanvre : caractéristiques techniques

Informations recueillies auprès de Laurent Arnaud, chercheur à l'ENTPE.

Particularités du béton de chanvre, d'après Laurent Arnaud chercheur au sein du laboratoire Géomatériaux de l'ENTPE :

- Caractéristiques physiques :

C'est un granulat souple car doté de plusieurs niveaux de porosités : des micropores dus à la porosité du liant (la chaux). Les mésopores des particules de chènevotte. Et enfin les macropores créés par l'air emprisonné pendant la mise en œuvre. Les pores de même niveau sont fortement connectés entre eux alors que les différents niveaux de porosité sont indépendants. Cette porosité confère au béton de chanvre ses qualités isolantes ($\lambda = 0,1 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$). À partir de 35 cm d'épaisseur, on répond donc aux exigences de la RT 2005 pour un mur.

- Caractéristiques acoustiques :

Le béton de chanvre, grâce à sa porosité, absorbe bien le son. Pourquoi ? Le son déplace l'air contenu dans les petites cellules. Mais en raison de la viscosité de l'air, celui-ci va absorber une partie de l'énergie du son. Les mesures réalisées montrent que les coefficients d'absorption sont supérieurs à 0,8, ce qui signifie que 80% du son est absorbé et 20% seulement est réfléchi (contre un coefficient d'absorption de 0,3 pour le béton cellulaire). La présence d'une structure en bois noyée dans le béton de chanvre ne change pas la donne puisque les tests ont également donné de très bons résultats en termes d'absorption et de transmission dans ce cas-là.

- Caractéristiques mécaniques :

La porosité du matériau affaiblit la résistance mécanique. Ce n'est pas un matériau porteur.

Sans machine pas de marché

Pour rivaliser avec les autres principes constructifs, le béton de chanvre devait pouvoir être mis en œuvre mécaniquement. C'est désormais chose faite ! Une machine innovante à projeter le chanvre sera présentée en avant-première au salon Bâtimat 2007 et devrait être commercialisée à partir de 2008. Inspirée des machines à projeter du béton lourd, ce modèle breveté permettra de créer des murs par remplissage (sur une ossature bois par exemple) et des dalles d'un

Le béton de chanvre : une analyse de cycle de vie séduisante

Si le ministère de l'Agriculture et l'Ademe ont commandé une étude à l'INRA sur l'analyse de cycle de vie (ACV) du béton de chanvre (rendue en 2006), ce n'est pas sans raison ! Une intuition confirmée par Bernard Boyeux de Construire en chanvre : « Le ministère de l'Agriculture souhaite développer la filière chanvre en amont pour proposer des débouchés alternatifs aux agriculteurs. L'Ademe, qui subventionne des recherches sur le chanvre depuis plus de 10 ans, a suivi car elle sait pertinemment que les consommations énergétiques sont fortement revues à la baisse, plus que prévu d'ailleurs (voir explications de Laurent Arnaud), dans les bâtiments rénovés en chanvre. Les mortiers de chanvre respectent l'équilibre hygrothermique du bâti ancien et assurent un confort d'été bien supérieur aux fragiles doublages conventionnels en laine de verre, et ce pour de faibles épaisseurs. » Les résultats de l'étude sont sans équivoques. En construisant 1 m³ de mur en béton de

chanvre (28 cm d'épaisseur obtenus à partir d'un mélange de chanvre + chaux + eau) on stocke 0,35 kg de CO₂ (une fois l'énergie grise déduite). À capacités isolantes égales, 1 m³ de mur en béton et polystyrène est émetteur net de 0,45 kg de CO₂. La même surface en brique monomur, un matériau pourtant souvent enduit de l'étiquette écolo, émet 1 kg de CO₂ ! Avec le durcissement de la réglementation thermique cet atout prend tout son sens : les maisons intègrent de plus en plus de matériaux isolants, il y a donc tout intérêt à y incorporer des végétaux stockeurs de CO₂.

Côté matières premières, la fabrication de béton de chanvre mobilise une matière organique renouvelable (le chanvre) et une matière minérale non renouvelable mais très largement répandue : la chaux. Le bilan CO₂ de la chaux n'est pas excellent : malgré la présence de gisements de calcaire exploités dans toutes les régions françaises, la fabrication du liant demande de l'énergie. En

revanche, le bilan CO₂ du chanvre est très bon puisqu'il s'agit d'une culture locale très peu polluante (pas du tout si cultivé en bio !).



seul coup ! Laurent Goudet, concepteur de la machine et créateur de l'entreprise Développement Chanvre, se souvient : « L'idée de départ ça été de dire : si le problème du béton de chanvre c'est le séchage, alors faisons du béton de chanvre sans eau ! » Sans eau ou presque puisque cette machine réalise des bétons de chanvre avec 60 % d'eau en moins que pour les mélanges appliqués manuellement. « La chaux et la chènevotte sont mélangées puis humectées par une pulvérisation très courte juste avant d'atteindre le mur, explique Laurent Goudet. Ainsi, seules les particules les plus fines, celles de la chaux en l'occurrence, sont humidifiées et vont s'agglomérer à la chènevotte. La faible quantité d'eau renforce les qualités mécaniques du béton, permet de mettre moins de liant (de la chaux aérienne uniquement) et évite également tout risque de moisissure même pour de fortes épaisseurs. Il faut déjà penser à la RT 2010, et celle-ci exigera des murs de plus de 35 cm d'épaisseur pour le béton de chanvre. » Le nouvel engin pèsera 1,5 tonne et sera installé sur une remorque. Coût approximatif : de 40 000 à 50 000 euros. « Ce n'est pas prohibitif, souligne son concepteur. C'est un investissement accessible pour une petite entreprise qui peut espérer le rentabiliser sur

un ou deux ans. » Et les gains de temps sont fabuleux : une petite semaine suffit pour réaliser la dalle de sol, les murs et l'isolation de la toiture d'une maison ossature bois de 120 m². Coût pour le particulier : environ 115 euros/m² pour des murs de 35 cm d'épaisseur et un « surcoût » global de 10 à 15 % par rapport à une construction conventionnelle. Avec ces atouts, on peut espérer voir fleurir prochainement des maisons à forte teneur en chaux-chanvre, des lotissements même ! D'autant que les professionnels du chanvre ne comptent pas en rester là. Un Projet PREBAT en cours de validation devrait aboutir à la caractérisation de la chènevotte et de ses propriétés et de son comportement avec le liant. D'autre part, afin de toucher le marché des maisons bâties avec des blocs à maçonner (9 maisons sur 10 en France et en Europe), le fabricant de chaux BCB, a initié le programme de recherche « Eureka Blocs de chaux chanvre ». Objectifs : développer la préfabrication pour standardiser la qualité des blocs de béton de chanvre et mettre au point la fabrication de nouveaux blocs utilisés comme éléments porteurs. Affaires à suivre...

Texte Sylvain Moréteau

* Construire en chanvre – Règles professionnelles d'exécution, SEBTP, 67 pages, 22 euros. Disponible auprès de l'association Construire en chanvre (Tél. 03 86 97 72 87 ; www.construction-chanvre.asso.fr) et du SEBTP (Tél. 01 40 69 53 16 ; www.sebtp.com).

** DTU : Le Document technique unifié définit les caractéristiques techniques et la mise en œuvre d'un matériau et permet aux entreprises d'apporter une garantie décennale à leurs clients.

