



INNOVATION TECHNIPIÉDIA

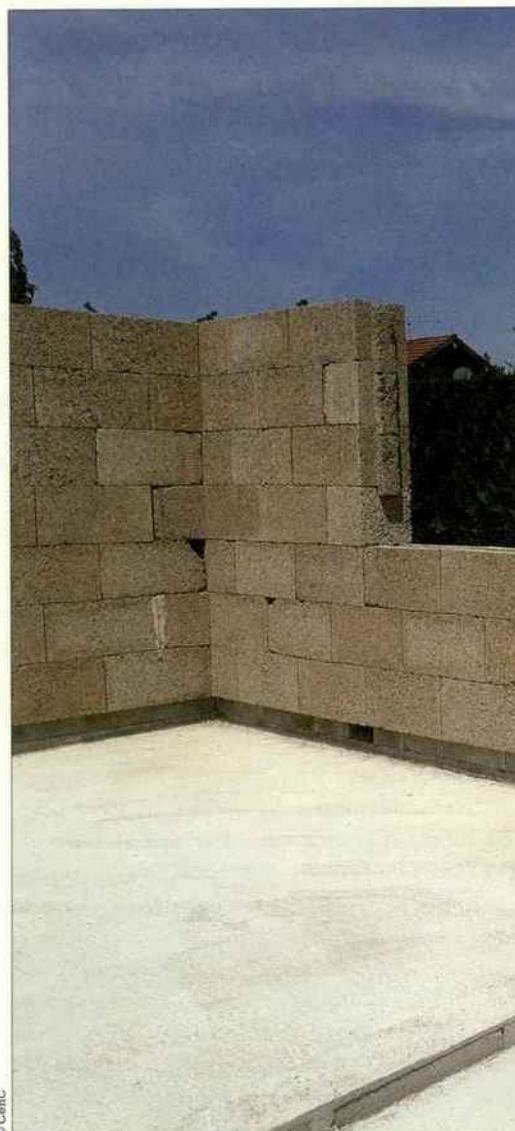
Matériau biosourcé

Le bâtiment ne fait plus chanvre à part

Le chanvre a une place à prendre dans la construction. Aussi, ses applications se développent, notamment sous la forme de béton de chanvre, à l'appui d'opérations pilotes et de programmes de R&D.

Difficile de faire plus vertueux que le chanvre. Sa culture ne nécessite ni traitement chimique, ni irrigation, ni OGM. Sa transformation est mécanique et la quasi-totalité de la plante est exploitée par diverses filières industrielles : graine (chènevis), fleur, fibre, paille (chènevotte), et jusqu'aux poussières... Aujourd'hui, 29 % des fibres trouvent des applications dans le secteur du bâtiment, transformées en isolants (laine et feutre), de même que 28 % de la chènevotte, qui entre dans la composition de mortiers ou de béton de chanvre (par association avec de l'eau et de la chaux) ou peut être utilisée en vrac. La production française, qui détient le leadership en Europe, est croissante. « *Les prévisions pour l'année 2021 sont de l'ordre de 20 000 ha cultivés* », indique Nathalie Fichaux, directrice d'InterChanvre et secrétaire générale de l'association Construire en chanvre (CenC).

Et pour cause : on sait désormais que la future réglementation environnementale (RE2020) fera la part belle aux matériaux biosourcés pour contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) des bâtiments. « *Il faut à cet égard saluer l'acculturation progressive du secteur de la construction aux biosourcés, remarque Philippe Lamarque, à la tête de la délégation CenC Île-de-France. Le CSTB leur prête désormais la plus grande attention, ce qui confirme ce changement de paradigme. Mais il y a encore des préjugés à combattre, en premier lieu l'argument d'une "guerre" contre les filières conventionnelles, qui se cristallise au travers des débats actuels sur les orientations de la RE2020.* » Quelle qu'en soit l'issue, il est probable que l'épuisement d'un certain nombre de ressources finira



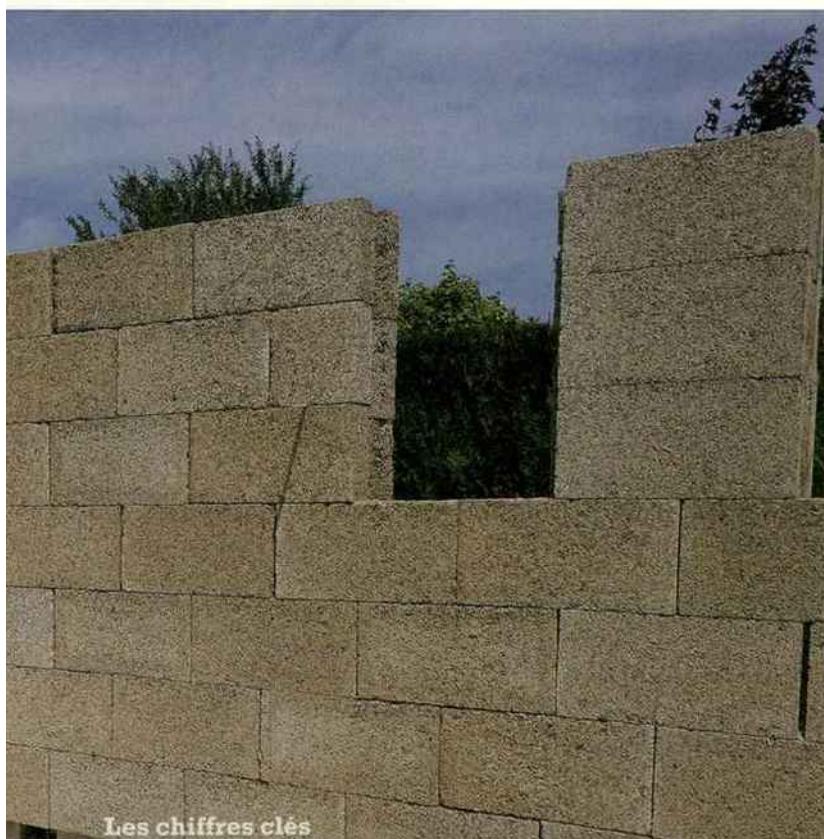
© CenC



© CemC



© Claithe Meloni

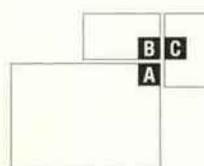


Les chiffres clés

Données par an	Volume de matière première (MP) nécessaire	Prix de la MP par rapport au prix fini	Volume de produit fini
Isolants	2000 t de fibre	20 à 30 %	2300 t d'isolant
Béton voie humide	7200 de chènevotte	20 %	
Blocs	1800 t de chènevotte avec une très forte progression	15 %	40000 t de béton

Pour les liants, le chiffre d'affaires estimé est de 4 M€.

Source : rapport sur la filière chanvre construction 2019, Interchanvre, CemC.



Les blocs de chanvre à emboîtement (A) permettent une mise en œuvre par voie sèche. La mise en œuvre par voie humide s'effectue soit par projection (B, C), soit par banchage.

par remettre en question les équilibres actuels de la construction, et entraîner une généralisation de la mixité des matériaux, conventionnels et biosourcés. C'est en ce sens qu'œuvre en tout cas la filière chanvre. Celle-ci n'a eu de cesse de se structurer ces vingt dernières années, se dotant entre autres de règles professionnelles (RP2C) qui encadrent les ouvrages en bétons et mortiers de chanvre. Mais aussi, plus récemment, en se rapprochant de la filière bois dans le cadre d'un partenariat avec l'Union des industriels et constructeurs bois (UICB) et en confortant sa présence en région parisienne via le Comité de liaison des matériaux biosourcés (bois, paille et chanvre), initié par l'Ordre des architectes d'Île-de-France. Plusieurs projets de R&D sont par ailleurs menés pour améliorer la caractérisation du matériau, notamment pour ce qui regarde ses propriétés hygrothermiques et son processus de vieillissement, mais aussi pour étudier ses voies de valorisation lors de la fin de vie du bâtiment.



Un cadre réglementaire qui évolue

Les règles professionnelles d'exécution, définies en 2007 puis révisées en 2012, encadrent les différentes utilisations du béton de chanvre dans la construction : isolation de toiture, isolation de sol, mur, enduits au mortier. Elles sont en cours de réécriture dans le cadre du programme Pacte, qui vise notamment à étendre le domaine des applications donnant accès à l'assurabilité. Les règles en vigueur sont validées pour les bâtiments d'habitation jusqu'à R+2 + combles et pour les ERP de 5^e catégorie à R+2. Or l'enjeu consiste à pouvoir mettre en œuvre le béton de chanvre dans des ERP de 3^e catégorie et des immeubles

d'habitation de 3^e famille (R+7, avec plancher haut à 28 m). Sous réserve que le comportement au feu du matériau le permette.

Pour le vérifier, CenC a fait mener pendant deux ans une campagne d'essais au feu au Cerib (*lire encadré ci-dessous*). Le 16 octobre 2020, a été réalisé un essai Lepir 2 (local expérimental pour incendie réel à 2 niveaux) sur une façade de 30 cm d'épaisseur, 5,75 m de large et 6,55 m de haut (deux étages), sur laquelle le béton de chanvre a été mis en œuvre par projection dans une ossature bois noyée et une finition extérieure avec un enduit chaux-sable, qui a subi un feu très violent pendant une heure. Ensuite, l'élément soumis à



essai a été déclaré « conforme à la réglementation applicable vis-à-vis de la non-propagation du feu par les façades pour une durée de 60 min », en vertu de l'appréciation de laboratoire n° 026090.

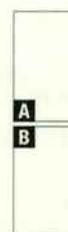
« Un résultat d'autant plus prometteur que la configuration étudiée permet de couvrir l'ensemble des couples liant-granulat, une mise en œuvre par projection ou par banchage, diverses épaisseurs d'enduit extérieur, l'ajout possible d'une finition intérieure, une façade en mur-rideau ou recoupée par les niveaux de planchers, un plancher à solivage ou en béton, une structure porteuse de préférence en bois, mais qui pourrait aussi être en béton ou métal – bref, une large combinaison de variantes », détaille Philippe Munoz, chargé de mission CenC.

Des opérations pionnières

Cette étape déterminante va ainsi permettre de déployer le béton de chanvre dans des programmes de logements ou d'ERP plus conséquents. Jusqu'alors, déroger aux règles professionnelles pour gagner en hauteur n'allait pas forcément de soi. À cet égard, il faut mentionner une opération pionnière : un immeuble de logements de 25 m de hauteur (en cours de construction) à Boulogne-Billancourt (92), réalisé par l'agence North by Northwest pour Immobilière 3F, avec le concours du bureau d'études LM Ingénieur. Le bâtiment associe béton traditionnel (prédalle et prémurs) et béton de chanvre projeté sur les deux façades principales dans une ossature bois posée sur la structure. « Pour construire en R+8 en utilisant ce matériau, nous avons dû apporter des justifications au bureau de contrôle à l'appui d'essais de laboratoire menés par l'industriel BCB Tradical (groupe Lhoist), avec lequel nous collaborons de longue date », précise l'ingénieur Laurent Mouly, de LM Ingénieur. Ce dernier est également impliqué dans une autre opération pilote de 15 logements rue Marx-Dormoy (Paris XVIII^e), réalisée par l'agence Barrault-Pressacco pour Paris Habitat, qui sera livrée au printemps. Le système constructif est assez similaire, bien que les concepteurs aient envisagé en premier lieu une structure métallique, à laquelle a finalement été substitué, pour des raisons économiques, un principe de poteau/dalle en béton. « Le choix du chanvre oblige à une extrême rationalité et simplicité constructive », souligne l'architecte Cyril Pressacco. « Dans l'un et l'autre des cas, il s'agit de produire des bâtiments plus vertueux, mais cette sobriété a

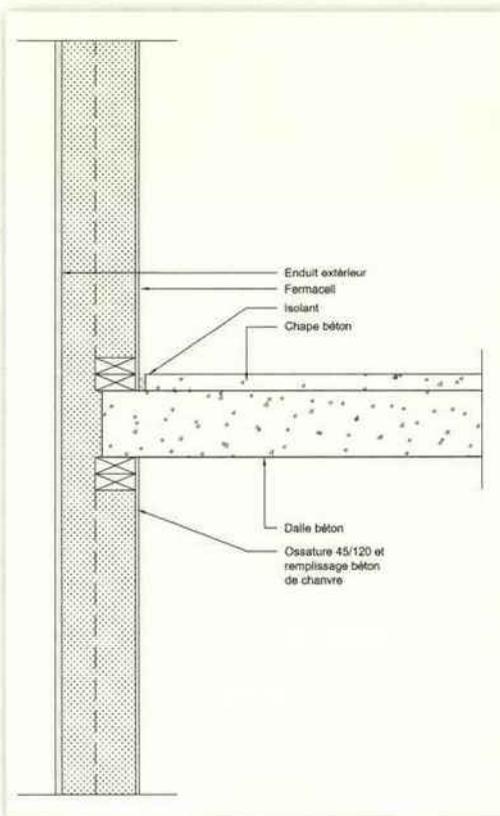


© North by Northwest Architectes



A. Vue de synthèse du futur immeuble en R+8 de la rue Bellevue à Boulogne-Billancourt (92), réalisé par North by NorthWest Architectes pour 3F.

B. Coupe du principe d'assemblage des parois bois préfabriquées et fixées sur la structure porteuse de ce futur bâtiment. Leur positionnement permet la projection du béton de chanvre avec un recouvrement de 12 cm du nez de la dalle béton.



© LM Ingénieur



un coût que toutes les maîtrises d'ouvrage ne sont encore en mesure d'assumer, observe Laurent Mouly. Les prix constatés varient entre 350 et 430 €/m² de façade en béton de chanvre finitions comprises (hors peinture) quand un mur de béton avec une isolation en laine minérale chiffre à 250 €/m². Concrètement, ce sont nos donneurs d'ordres qui ont fait en sorte d'absorber les surcoûts de la construction (par exemple, une plus-value de 100 000 euros lors de l'appel d'offres du projet de Boulogne-Billancourt, qu'Immobilière 3F a pris à sa charge), en tablant sur les économies qui seront réalisées au global : le chanvre a une durée de vie nettement supérieure à 50 ans,

donc ne nécessite pas d'entretien, et ses propriétés permettent de limiter le recours à des équipements tels que VMC double flux ou climatisation, ainsi que la surenchère des systèmes d'EnR, à la maintenance complexe et onéreuse...» Par ailleurs, dans l'équation économique, un autre facteur est à prendre en compte : les délais de chantier. Car la mise en œuvre par voie humide du béton de chanvre exige des temps de séchage relativement pénalisants. «Raison pour laquelle nous avons exploré la piste d'une façade préfabriquée pour l'opération rue Marx-Dormoy, mentionne Laurent Mouly. Mais cette solution, que nous avons étudiée avec l'entreprise Cruard et LB Eco Habitat, n'a pas pu être retenue à l'époque.»

Pourquoi LB Eco Habitat ? Parce que c'est la première entreprise (dirigée par Christophe Lubert) à avoir mis au point une façade préfabriquée à ossature mixte béton/bois et béton de chanvre pour la construction du siège social de l'entreprise Triballat à Noyal-sur-Vilaine (35), conçu par l'agence Can-IA et livré en 2018. Une réalisation très remarquée par la filière béton de chanvre, en butte à l'argument disqualifiant des délais et à une compétitivité à la peine. C'est donc tout naturellement que cette solution a servi d'étalon au développement d'un concept de façade préfabriquée qui sera cette fois-ci industrialisé à grande échelle.

La préfabrication pour massifier le procédé

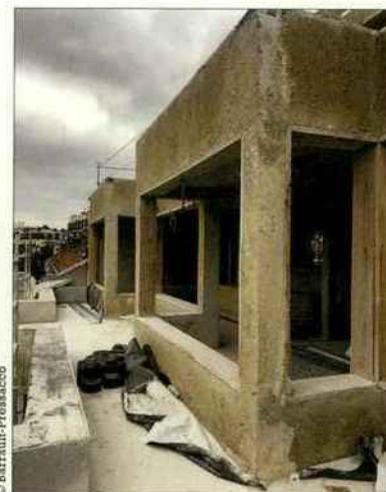
À cette fin, Wall'Up (*lire encadré ci-contre*), première unité de seconde transformation dédiée à la préfabrication de murs manteaux et murs-rideaux, s'est constituée sous forme de SAS en juin 2019 à l'initiative de trois entreprises de charpente bois et de deux chanvrières franciliennes réunies autour de l'entrepreneur. Avec, à la tête de la structure, Philippe Lamarque, par ailleurs délégué de CenC Île-de-France. Cet architecte, familier du matériau, est formel. «Il ne sera pas possible de construire plus, mieux et moins cher – en l'occurrence, avec ce biosourcé – sans passer par la préfabrication, seule voie possible pour résoudre l'écueil du temps de séchage et permettre de massifier ce procédé constructif, affirme-t-il. La bonne nouvelle, c'est que depuis six mois, la demande des maîtrises d'ouvrage est entrante, probablement précipitée par le calendrier d'entrée en application de la RE2020. Il faut espérer que le secteur français de la construction se saisisse de l'opportunité offerte par



Wall'Up, car le chanvre fait des émules hors de nos frontières, et plusieurs pays, comme les Pays-Bas ou l'Ukraine, se sont lancés dernièrement dans la préfabrication, au risque de s'emparer du marché... » Dans le carnet de commandes de Wall'Up, figurent d'ores et déjà les façades préfabriquées qui approvisionneront le chantier de reconstruction du lycée Marcel-Cachin à Saint-Ouen (93), avec Bouygues, dans le périmètre du futur Village olympique. « Par ailleurs, afin de pouvoir déroger aux règles professionnelles dans le cadre d'autres projets que nous portons, plusieurs de nos partenaires (le bailleur Habitat 77, le Centre de développement des éco-entreprises (CD2E), etc.) se sont positionnés pour nous accompagner dans des démarches d'Atex », indique Philippe Lamarque.

Les biosourcés, mal-aimés de la RE2020 ?

Si pour l'heure, la préfabrication s'envisage avec du béton de chanvre dans une ossature bois, selon une source du dossier, un projet vise à étudier la faisabilité technique d'une façade préfabriquée en béton de chanvre avec structure porteuse. Ceci étant, il reste bien d'autres freins à lever pour que le matériau puisse être employé à l'aune de ses performances. Comme par exemple la non-prise en considération, dans la réglementation actuelle, de ses propriétés hygrothermiques. En effet, la RT2012 valorise la résistance thermique des matériaux plus que leur aptitude à réguler les



variations de température et d'humidité. « Les calculs se focalisent sur le lambda au détriment de la capacité qu'ont les biosourcés (et particulièrement le chanvre) à agir à la manière d'un climatiseur naturel, explique Nathalie Fichaux (CenC, Interchanvre). D'où le lancement du projet de recherche Building Material Insulation Performance (BIP), impliquant la filière chanvre au sein du collectif des isolants biosourcés (CF2B), qui devrait valider scientifiquement ces propriétés. » (lire encadré ci-dessous). Un autre écueil réside dans le fait que le stockage carbone des matériaux biosourcés n'entre pas, pour le moment, en ligne de compte dans le bilan d'une opération. Et si l'annonce en —

L'opération de la rue Marx-Dormoy (Paris XVIII^e), qui sera prochainement livrée par l'agence Barrault-Pressacco pour Paris Habitat, compte six étages dont les deux derniers sont en retrait, offrant des terrasses. Les façades comportent du béton de chanvre projeté dans une ossature bois fixée sur la structure primaire réalisée selon un principe poteau/dalle en béton.



La structure du bâtiment Triballat à Noyal-sur-Vilaine (35), conçu par Can-IA, est constituée d'une structure primaire mixte bois/béton, sur laquelle a été rapportée une enveloppe en murs-rideaux ossature bois et remplissage béton de chanvre préfabriquée par LB Eco Habitat.



novembre dernier (*lire CTB n° 392 p. 22-28*) de l'introduction dans la future réglementation environnementale d'un nouveau mode de calcul de l'empreinte carbone (dit d'ACV dynamique simplifiée) avait été accueillie avec enthousiasme par lesdites filières, elle a provoqué une levée de boucliers chez les représentants des matériaux conventionnels, au point que le retour à l'ACV normalisée telle que pratiquée dans l'expérimentation E+C- est en cours de discussion (au moment d'écrire ces lignes, les arbitrages ministériels ne sont pas encore rendus). « *Ce détricotage du projet de réglementation serait non seulement préjudiciable aux biosourcés, mais irait à l'encontre des objectifs ambitieux fixés par les pouvoirs publics* », estime pour sa part Philippe Lamarque.

Démarches exploratoires

Il n'en demeure pas moins que des lacunes subsistent dans l'état des connaissances scientifiques relatives au matériau. À titre d'exemple, le processus de vieillissement des bétons de chanvre n'a pas encore pu être véritablement caractérisé. Guillaume Delannoy, aujourd'hui adjoint responsable développement industriel et étude au Centre technique dédié au développement et à l'évaluation technique, environnementale et sanitaire d'écomatériaux pour le bâtiment (Codem), a soutenu en 2018 une thèse de doctorat portant sur ce sujet dans le cadre du projet MaBioNat associant l'Ifsttar et le Cerema (*lire CTB n° 358*). Pour les besoins de son étude, des échantillons de béton de chanvre ont été soumis à des tests de vieillissement accéléré simulant les conditions naturelles d'un bâtiment afin d'étudier le comportement du liant et du granulat, ainsi que les éventuelles incidences du matériau sur les performances fonctionnelles du bâti. « *Malgré des résultats encourageants attestant a priori la stabilité du matériau dans le temps, il n'a pas été possible de les vérifier, faute de disposer de corps d'épreuves d'une durée de vie de 50 ans, voire plus.* » Ces premières investigations devraient cependant être prolongées dans le cadre du Groupement de recherche matériaux de construction biosourcés (GdR-MBS), créé sous l'égide du CNRS. Accessoirement, la question de la durabilité du béton de chanvre mobilise également des opérateurs de terrain. L'ingénieur Laurent Mouly – dont le bureau d'études mène depuis plusieurs années des démarches exploratoires liées



à ce matériau – a décroché un financement de l'Ademe pour soutenir un projet de recherche qui sera mené conjointement avec l'architecte Octave Giaume, de l'agence A+1 Architectes, jusqu'à fin 2021. Celui-ci vise à évaluer le comportement dans le temps de bétons de chanvre incorporant, à des taux variés (de 25 à 50 %) des granulats issus de la déconstruction d'un édifice éphémère provenant du site des Grands Voisins (Paris XIV^e), concassés et tamisés avant d'être réintroduits dans la construction (*lire encadre ci-dessous*). En l'occurrence, ledit béton de chanvre a été mis en œuvre dans une ossature bois elle-même issue du réemploi. L'ouvrage en question – un atelier partagé lié à un hébergement d'urgence de l'association Aurore baptisé le Sixième Toit – est en cours d'achèvement sur le site de la caserne Exelmans (Paris XVI^e). Les parois de ce bâtiment vont être instrumentées et de premiers résultats devraient pouvoir être livrés début 2022.

Il faut cependant voir plus loin. À supposer qu'une seconde vie du matériau ne soit viable ni techniquement, ni économiquement dans le cycle du bâtiment, quels pourraient être les exutoires du chanvre ? Retour au sol ? Incinération ? Revalorisation industrielle ? En l'état actuel des choses, la fin de vie « par défaut » prise en compte dans la FDES collective grève le bilan carbone du matériau. Un programme de R&D de trois ans émanant de l'appel à projets Graine de l'Ademe, baptisé ValoBBio, devrait pouvoir remédier à ce vide scientifique. « Impliquant le Codem, l'IMT Lille-Douai et le cabinet Evea (spécialiste de l'analyse du cycle de vie des matériaux), cette étude entend passer



Chantier en cours d'une opération de 45 logements sociaux en ossature béton avec façades en béton de chanvre projeté à Trilport (77), réalisé par l'agence Être et Chêne de l'architecte Philippe Lamarque pour Foyer Rémois.

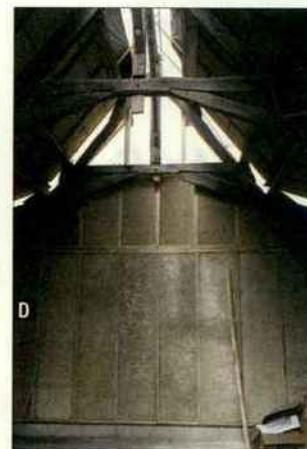
© Être et Chêne

au crible toutes les solutions de valorisation du béton de chanvre, en banché/projeté ou en bloc (NDLR : ainsi que du béton de bois), de manière à confronter la théorie à la réalité», expose Guillaume Delannoy. Une occasion parmi d'autres de vérifier que le chanvre mérite sa place dans le très complexe écosystème de la construction.

Félicie Geslin

ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Des granulats de béton de chanvre à l'épreuve du recyclage



- A.** Déconstruction du pavillon éphémère utilisé comme hammam sur le site des Grands Voisins (Paris XIV^e).
B. et C. Concassage, puis incorporation après criblage des granulats de béton de chanvre recyclés dans un nouvel appareil avec ossature bois.
D. Vue intérieure de l'atelier Le Sixième Toit après mise en œuvre des parois, qui seront instrumentées pour étudier le comportement du béton de chanvre.

Photos : © A+1 Architectes