



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2014/12/03

(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2015/06/11

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2022/03/01

(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2016/05/19

(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2014/076344

(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2015/082513

(30) Priorité/Priority: 2013/12/06 (BE BE2013/0818)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C04B 28/10* (2006.01),
C04B 20/00 (2006.01), *C04B 28/02* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
PETER, ULRIKE, BE;
DAVILLER, DANIEL, FR

(73) Propriétaire/Owner:
S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT, BE

(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : SYSTEME A BASE DE MATERIAUX VEGETAUX OU BIO-SOURCES

(54) Title: SYSTEM OF PLANT OR BIO-SOURCED MATERIALS

(57) Abrégé/Abstract:

Système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés choisi parmi les enduits, les mortiers et les bétons de matériaux bio-sourcés comprenant un matériau végétal ou bio-sourcé choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre, et une composition de liant comprenant un premier composant minéral conventionnel et un deuxième composant, ledit système étant caractérisé en ce que ladite composition de liant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à 10 m²/g, de préférence supérieure à 12 m²/g, en particulier supérieure à 14 m²/g et ses utilisations.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
11 juin 2015 (11.06.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/082513 A1(51) Classification internationale des brevets :
C04B 28/10 (2006.01) C04B 28/02 (2006.01)
C04B 20/00 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/076344(22) Date de dépôt international :
3 décembre 2014 (03.12.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
BE2013/0818 6 décembre 2013 (06.12.2013) BE(71) Déposant : S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVE-
LOPPLEMENT [BE/BE]; rue Charles Dubois 28, B-1342
Ottignies-Louvain-la-Neuve (BE).(72) Inventeurs : PETER, Ulrike; Rue des Echevins 39, B-
1050 Ixelles (BE). DAVILLER, Daniel; 11b Allée de
Chailluz, F-25870 Chatillon-le-Duc (FR).(74) Mandataire : GEVERS PATENTS; Holidaystraat 5, B-
1831 Diegem (BE).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SYSTEM OF PLANT OR BIO-SOURCED MATERIALS

(54) Titre : SYSTÈME À BASE DE MATÉRIAUX VÉGÉTAUX OU BIO-SOURCES

(57) Abstract : The invention relates to a system of plant or bio-sourced materials selected among coatings, mortars and concretes of bio-sourced materials including a plant or bio-sourced material selected from the group that consists of wood and hemp, and a binder composition including a first conventional mineral component and a second component, said system being characterised in that said binder composition has a specific surface, calculated according to the BET method, that is greater than 10 m²/g, preferably greater than 12 m²/g, in particular greater than 14 m²/g, and the uses thereof.(57) Abrégé : Système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés choisi parmi les enduits, les mortiers et les bétons de matériaux bio-sourcés comprenant un matériau végétal ou bio-sourcé choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre, et une composition de liant comprenant un premier composant minéral conventionnel et un deuxième composant, ledit système étant caractérisé en ce que ladite composition de liant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à 10 m²/g, de préférence supérieure à 12 m²/g, en particulier supérieure à 14 m²/g et ses utilisations.

WO 2015/082513 A1

SYSTÈME À BASE DE MATÉRIAUX VÉGÉTAUX OU BIO-SOURCÉS

La présente invention se rapporte à un système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés choisi parmi les enduits, les mortiers et les bétons de matériaux bio-sourcés comprenant un matériau végétal ou bio-
 5 bio- sourcé choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre, et une composition de liant comprenant un premier composant minéral conventionnel et un deuxième composant.

Par le terme « mortier », on entend au sens de la présente invention un mélange d'un ou plusieurs liants minéraux comme la chaux, un
 10 ciment ou analogue, éventuellement associé(s) à un ou plusieurs liants organiques, et d'agrégat(s). Dans le cas d'un mortier « léger » à agrégats végétaux ou bio-sourcés, les agrégats sont du type chanvre, bois ou analogues. Un tel mortier est utilisé en construction pour lier et/ou pour recouvrir les éléments de construction et peut également contenir des
 15 fillers, des additifs et/ou des adjuvants.

Par le terme « enduit », on entend une composition de mortier destinée à être appliquée en couche en une ou plusieurs passes. Un enduit est donc un mortier à application de surface à l'extérieur (« render » en anglais) ou à l'intérieur (« plaster » en anglais).

20 Par les termes « béton léger » au sens de la présente invention, on entend principalement un mortier léger, utilisé en application volumique (blocs, banchage...).

Les mortiers, bétons et enduits légers à agrégats végétaux ou bio-sourcés sont déjà bien connus de l'homme de métier. A titre d'exemple,
 25 on peut citer le document EP1406849 qui décrit des compositions pour le secteur technique des bétons et mortiers dits de chanvre c'est-à-dire contenant de l'ana de chanvre ou chènevotte défibrée ou non et/ou d'autres composants du chanvre, comme les fibres, fibrilles, poussières, poudres de chanvre.

30 Par le terme chanvre au sens de la présente invention, on entend que le matériau bio-sourcé comprend au moins un composant issu du

chanvre, et/ou du lin, et/ou du miscanthus, et/ou du tournesol et/ou de la paille de céréale, comme la cosse d'avoine ou la cosse de riz, et/ou de manière générale de toute matière hydrophile comparable, y compris éventuellement synthétique.

5 Les liants utilisés dans ce genre de compositions sont couramment le plâtre, la chaux aérienne, la chaux formulée ou la chaux hydraulique, les ciments et autres liants hydrauliques et pouzzolaniques comme du méta-kaolin, des laitiers de haut-fourneau ou des cendres volantes.

10 Ces produits de construction à base de chanvre ou de bois présentent un avantage majeur en termes d'isolation thermique et acoustique ainsi qu'en termes de résistance mécanique notamment en matière de résistance à la compression et de retour en élasticité, ce qui en fait de très bons produits adaptés aux normes sismiques.

15 Toutefois, ces compositions de bétons et mortiers posent un problème très sérieux du fait du caractère fortement hydrophile de l'agrégat végétal ou bio-sourcé. En effet, celui-ci étant capable d'absorber une très grande quantité d'eau, jusqu'à environ 400 % de son poids (d'eau ou de liquide à base aqueuse), il a souvent tendance à absorber l'eau contenue dans
20 le mortier ou béton et nécessaire à la solidification de ces systèmes, notamment lorsque le liant utilisé est à prise hydraulique. Ces bétons et mortiers nécessitent dès lors souvent l'utilisation de quantité d'eau plus importante et/ou présentent des caractéristiques de séchage, de prise, et de propriétés mécaniques aléatoires.

25 Selon le document EP 1406849, les inconvénients de ces bétons et mortiers de chanvre ont été partiellement solutionnés par l'utilisation d'un liant particulier constitué, en totalité ou en partie, de chaux aérienne éventuellement en combinaisons diverses de types et de formes de chaux et comportant au moins un adjuvant de formation de pores et capillaires très
30 fins et au moins un adjuvant d'hydrophobation matricielle.

Cependant, les mortiers/bétons de chanvre ainsi obtenus présentent toujours de graves défauts, tels que le défaut de séchage et autres

défauts analogues (défaut de prise, farinage,...), qu'une grande partie de l'industrie considérée, malgré tous ses efforts, n'est pas parvenue à surmonter et s'est donc vue forcée de s'en accommoder.

Par ailleurs, les bétons à base d'agréats végétaux ou bio-sourcés souffrent d'une instabilité des performances applicatives, liée aux interactions indésirables du liant minéral avec les extractibles et produits de dégradation de l'agréat organique, ayant notamment pour conséquence de retarder, voire d'inhiber, la prise du liant minéral conventionnellement utilisé.

Ces interactions varient avec la composition chimique et les propriétés physico-chimiques de l'agréat végétal, qui dépendent de la variété, la provenance, les conditions climatiques, la culture et la transformation de la plante, donc de facteurs variables et imprévisibles.

La présente invention vise à résoudre les problèmes précités, en particulier à inhiber les interactions indésirables des liants minéraux, conventionnellement utilisés dans les mortiers, bétons et enduits légers à agrégats végétaux ou bio-sourcés, avec les extractibles et produits de dégradation de l'agréat organique.

Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention un système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés tel qu'indiqué au début qui est caractérisé en ce que ladite composition de liant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à $10 \text{ m}^2/\text{g}$, de préférence supérieure à $12 \text{ m}^2/\text{g}$, en particulier supérieure à $14 \text{ m}^2/\text{g}$.

La surface spécifique selon la présente invention est mesurée par manométrie d'adsorption d'azote et calculée selon la méthode BET, après dégazage sous vide à 190°C pendant au moins 2 heures.

Il est important de ne pas confondre surface spécifique BET, mesurée par adsorption ou désorption d'azote après dégazage, et surface spécifique Blaine, mesurée par perméabilité à l'air. En effet, la méthode BET permet de déterminer la totalité de la surface spécifique d'un composé, en tenant notamment compte de sa porosité, et n'est pas directement dépendante de la taille des particules constitutives, tandis que la méthode Blaine permet de déterminer uniquement la surface externe des particules de

ce composé et dépend directement de la taille de celles-ci. (Allan T., Particle Size Measurement, Vol. 2, Surface area and pore size determination, cinquième édition, 1997, page 11, page 39).

Pour obtenir une telle surface spécifique de la composition de
5 liant du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention, il est avantageusement prévu que le deuxième composant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à $22 \text{ m}^2/\text{g}$, de préférence supérieure à $25 \text{ m}^2/\text{g}$ et soit de préférence choisi dans le groupe constitué de la chaux éteinte, des argiles colloïdales, en particulier
10 des kaolinites, de la bentonite ou des wollastonites, des zéolites et des silices ultra-fines et leurs mélanges.

L'augmentation de la surface spécifique de la composition de liant du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention présente un avantage majeur résidant dans son
15 interaction avec les molécules organiques, provenant aussi bien des additifs typiquement utilisés dans les liants et mortiers que des extractibles et produits de dégradation des bois et fibres végétales. S'il est souhaité que les additifs organiques puissent garder leur action sur le système mortier, enduit ou béton à base d'agréats végétaux ou bio-sourcés selon la présente
20 invention, les produits d'extraction ou de décomposition du matériau végétal ou bio-sourcé sont quant à eux plutôt néfastes pour ledit système. Il est donc avantageux de pouvoir inhiber les effets de ces derniers.

Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, au moins un parmi ledit premier composant minéral conventionnel et ledit
25 deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente.

De préférence, ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente.

En particulier, ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente présentant une surface spécifique calculée selon la
30 méthode BET supérieure à $22 \text{ m}^2/\text{g}$.

La chaux éteinte est constituée d'un ensemble de particules solides, principalement de di-hydroxyde de calcium de formule $\text{Ca}(\text{OH})_2$, et est le résultat industriel de l'extinction d'une chaux vive avec de l'eau, réaction également appelée hydratation. Ce produit est également connu sous le nom
5 de chaux hydratée ou chaux aérienne et présente typiquement des surfaces spécifiques BET inférieures à $20 \text{ m}^2/\text{g}$ (J.A.H. Oates, *Lime and Limestone-Chemistry and Technology, Production and Uses*, 1998, p. 220).

Cette chaux éteinte ou hydratée (« slaked lime » or « hydrated lime » en anglais) ou aérienne (« air lime » en anglais) ou hydroxyde de calcium peut évidemment contenir des impuretés, à savoir des phases
10 dérivées de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 , K_2O et/ou SO_3 , représentant globalement quelques dizaines de grammes par kilogramme. Néanmoins, la somme de ces impuretés, exprimées sous la forme des oxydes précités, ne dépasse pas 5 % en masse, de préférence 3 %, de préférence 2 % ou même 1
15 % de la masse de la chaux éteinte selon l'invention. En particulier, la chaux éteinte contient avantageusement moins de 1,5 % en masse de Fe_2O_3 , de préférence moins de 1 % et de préférence moins de 0,5%.

Cette chaux éteinte peut encore contenir de l'oxyde ou de l'hydroxyde de magnésium. Suivant les teneurs en ces composés, on parlera
20 de chaux magnésienne, dolomitique ou de dolomie, partiellement ou totalement éteinte.

Cette chaux éteinte peut aussi contenir de l'oxyde de calcium qui n'aurait pas été hydraté au cours de l'extinction, tout comme elle peut contenir du carbonate de calcium CaCO_3 ou de magnésium MgCO_3 . Ces
25 carbonates peuvent provenir soit du calcaire initial (ou de la dolomie crue) dont est dérivée la chaux éteinte selon l'invention (incuits), soit d'une réaction de carbonatation partielle de la chaux éteinte au contact de l'air. La teneur en oxyde de calcium dans la chaux éteinte dans le cadre de la présente invention est généralement inférieure à 3 % en masse, de préférence inférieure à 2 % et
30 de manière avantageuse inférieure à 1 %. Celle en carbonates est inférieure à 20 % en masse, en particulier inférieure à 10% en masse, de préférence

inférieure à 6 % et de manière avantageuse inférieure à 4 %, de manière encore plus avantageuse inférieure à 3%.

Selon la présente invention, la sélection d'un deuxième composant à haute surface spécifique, c'est-à-dire supérieure ou égale à 22 m²/g, de préférence supérieure à 25 m²/g, comme deuxième composant de ladite composition de liant du système selon l'invention en ayant recours à une chaux éteinte pulvérulente à haute surface spécifique ou en ajoutant un composant de type argile colloïdale, en particulier des kaolinites, de la bentonite ou des wollastonites ou des zéolites à surface spécifique élevée ou encore des silices ultrafines et leurs mélanges, a permis, de manière surprenante, de réduire l'impact néfaste des produits d'extraction ou de décomposition du matériau végétal ou bio-sourcé sans altérer le fonctionnement global du mortier, béton ou enduit léger résultant, en particulier en préservant l'action des additifs organiques susdits dans ledit système. Ce phénomène est d'autant moins prévisible que si ces molécules organiques sont adsorbées sur le deuxième composant, rien ne laisse présager que l'action des additifs organiques et/ou l'action du deuxième composant seront préservées.

La présence du deuxième composant à haute surface spécifique dans la composition de liant du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés suivant l'invention permet, lors de l'utilisation dans un mortier, enduit ou béton à base d'agréats végétaux ou bio-sourcés de réduire, voire de supprimer l'inhibition de la prise hydraulique du premier composant minéral (en particulier un premier liant minéral conventionnel), prise qui est dès lors moins retardée. De plus, la prise aérienne du mortier, enduit ou béton à base d'agréats végétaux ou bio-sourcés est favorisée. Ceci conduit à un mortier, enduit ou béton plus résistant. En outre, une diminution de la quantité de liant (et par conséquent du coût du système) peut alors être envisagée à iso-performances. De même, le phénomène de farinage est diminué voir annihilé.

Avantageusement, ledit deuxième composant du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés présente une surface spécifique

calculée selon la méthode BET supérieure à 27 m²/g de préférence supérieure à 30 m²/g, de manière préférentielle, supérieure à 32 m²/g et en particulier supérieure à 35 m²/g, et est de préférence choisi dans le groupe constitué de la chaux éteinte, des argiles colloïdales, en particulier des kaolinites, de la
5 bentonite ou des wollastonites, des zéolites et des silices ultra-fines et leurs mélanges. On préférera plus particulièrement la chaux éteinte (seule ou en mélange) pulvérulente, présentant la surface spécifique mentionnée ci-dessus.

Dans une forme de réalisation particulière, ledit premier
10 composant minéral conventionnel est un composant liant choisi dans le groupe constitué des ciments, de la chaux éteinte ou aérienne standard, de la chaux hydraulique naturelle ou artificielle, des argiles, des liants à maçonner, des liants à prise pouzzolanique et hydraulique, du plâtre et de leurs mélanges.

15 De préférence, lesdits ciments sont choisis dans le groupe des ciments courants, en particulier normalisés, par exemple gris ou blanc, des ciments réfractaires, alumineux fondus, prompts, des ciments portland, des laitiers de hauts-fourneaux, des cendres volantes et de leurs mélanges.

De préférence, ledit deuxième composant est présent en une
20 quantité supérieure à 5% en poids, avantageusement supérieure à 10% en poids, préférentiellement supérieure à 20 % en poids, en particulier égale ou supérieure à 25% en poids, de préférence égale ou supérieure à 30 % en poids, avantageusement égale ou supérieure à 40% en poids et égale ou inférieure à 80 % en poids, en particulier égale ou inférieure à 60 % en poids,
25 par rapport au poids total de ladite composition de liant du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés.

De manière plus particulière, ledit deuxième composant présente des particules présentant un d₃ supérieur à 0,1 µm, en particulier supérieur à 0,5 µm et un d₉₈ inférieur ou égal à 200 µm, en particulier
30 inférieur ou égal à 150 µm, mesurés par granulométrie laser dans du méthanol.

La notation d_x représente un diamètre, exprimé en μm , par rapport auquel X % des particules ou grains mesurées sont plus petites.

Dans une forme de réalisation particulière selon la présente invention, ledit deuxième composant présente des particules présentant un
5 d_{98} inférieur ou égal à $90\ \mu\text{m}$, tout particulièrement inférieur ou égal à $63\ \mu\text{m}$.

Dans une forme de réalisation préférentielle selon la présente invention, ledit deuxième composant présente un volume poreux total calculé selon la méthode BJH de désorption d'azote supérieur ou égal à $0,07\ \text{cm}^3/\text{g}$, de préférence supérieur ou égal à $0,08\ \text{cm}^3/\text{g}$, de manière préférentielle
10 supérieur ou égal à $0,1\ \text{cm}^3/\text{g}$.

Dans une forme de réalisation particulière selon la présente invention, ledit deuxième composant présente un volume poreux total calculé selon la méthode BJH de désorption d'azote supérieur ou égal à $0,12\ \text{cm}^3/\text{g}$, de préférence supérieur ou égal à $0,15\ \text{cm}^3/\text{g}$ et de manière particulière
15 supérieur à $0,18\ \text{cm}^3/\text{g}$.

Par « volume poreux total » au sens de la présente invention, on entend le volume total des pores dont la taille est comprise entre 17 et $1000\ \text{\AA}$ ($1,7$ et $100\ \text{nm}$), mesuré par manométrie d'adsorption d'azote et calculé selon la méthode BJH, après dégazage sous vide à 190°C pendant au moins 2
20 heures. En particulier, ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente et présente une densité en vrac mesurée selon la norme EN 459-2 allant de 250 à $500\ \text{kg}/\text{m}^3$.

De manière préférentielle, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention comprend en outre un
25 entraîneur d'air tel qu'un surfactant ou tensioactif, en particulier choisi dans le groupe des sulfates et sulfonates d'alkyle, des alcools gras éthoxylés, des copolymères à blocs et de leurs mélanges.

Dans une variante selon l'invention, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés peut comprendre en outre un ou plusieurs
30 agent de rétention d'eau, par exemple des éthers cellulosiques ou des gommes de guar, leurs dérivés et leurs mélanges.

Dans encore une autre variante selon la présente invention, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés comprend en outre un modificateur de rhéologie, en particulier choisi dans le groupe des hydrocolloïdes, plus particulièrement dans le groupe des polysaccharides, des dérivés d'amidon, des alginates, des gommes de guar et de leurs dérivés, des gommes de xanthane et de leur dérivés, des gommes de caraghenane et de leurs dérivés, des succinoglycanes, des superplastifiants comme des polycarboxylates et des mélamines formaldéhydes, des colloïdes minéraux, en particulier la silice et les argiles, et leurs mélanges.

Avantageusement, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'invention comprend également un agent hydrophobant choisi dans le groupe des sels d'acides gras comme les stéarates et les oléates, des huiles végétales et minérales, des silanes, des siloxanes et de leurs mélanges.

Dans une variante particulière, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention comprend en outre un liant organique choisi dans le groupe des latex industriels comme par exemple des latex à base de copolymères d'acétate de polyvinyle/éthylène, d'acétate de polyvinyle/versatate, de styrol / butadiène.

Dans une forme de réalisation préférentielle selon la présente invention, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés tel que mentionné ci-dessus est sous forme sèche, prêt à gâcher avec de l'eau.

Dans une variante selon la présente invention, le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés comprend en outre de l'eau et est ainsi sous forme prêt à l'emploi.

Il est entendu que le système selon l'invention peut être prévu soit sous forme d'une composition pré-formulée soit sous forme de deux composants à mélanger sur site selon un protocole prédéterminé.

D'autres formes de réalisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés pour mortiers, bétons et enduits légers à agrégats végétaux ou bio-sourcés, plus particulièrement pour béton de chanvre suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

L'invention se rapporte également à une utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention, dans un mortier contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés comme le bois ou le chanvre.

5 L'invention se rapporte également à une utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la présente invention dans un enduit léger contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés comme le bois ou le chanvre.

10 La présente invention se rapporte également à une utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'invention dans un béton contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés comme le bois ou le chanvre.

Avantageusement, lesdits agrégats végétaux ou bio-sourcés ont une forme de pailles de longueur de 5 à 50 mm et de largeur inférieure à 10
15 mm.

D'autres formes d'utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'invention sont mentionnées dans les revendications annexées.

20 D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif et en faisant référence aux exemples.

Exemples.-

Exemple 1.-

25 Une composition de liant pour béton de chanvre selon l'invention est composée (en masse) de 42 % de diverses chaux éteintes (chaux aérienne standard STD, chaux éteinte de plus grande surface spécifique HS ou chaux éteinte de plus faible surface spécifique BS) comme deuxième composant selon le tableau 1 ci-dessous, 42% de ciment Portland CEM I 52,5 comme premier composant minéral, et de 16% de filler calcaire
30 <300 µm. Des additifs organiques habituellement utilisés dans les mortiers (entraîneurs d'air, rétenteurs d'eau, additifs rhéologiques, hydrophobants) sont en outre ajoutés dans une proportion en poids de 0 à 2% par rapport au

poids total de ladite composition de liant. Notamment, la composition de liant comprend 0,2 % en poids d'entraineur d'air. La granulométrie des chaux éteintes est mesurée dans du méthanol à l'aide d'un granulomètre laser.

5

Tableau 1.-

Deuxième composant	Surface BET (m ² /g) du deuxième composant	Surface BET (m ² /g) de la composition de liant	d ₃ (μm)	d ₁₀ (μm)	d ₂₅ (μm)	d ₅₀ (μm)	d ₇₅ (μm)	d ₉₀ (μm)	d ₉₇ (μm)
Chaux BS3	6,7	3,6	0,8	1,4	3,3	11,7	38,3	75,5	132,0
Chaux STD4	14,6	6,9	0,7	1,2	2,0	3,6	6,2	9,8	34,9
Chaux HS2	35,8	15,8	0,8	1,2	2,0	4,2	10,0	27,3	50,7
Chaux HS3	31,7	14,1	0,8	1,3	2,1	3,8	6,7	12,8	36,2

Un béton de chanvre est alors préparé en utilisant 9,6 kg de ces liants formulés, avec 4,15 kg de chènevotte de chanvre 1, de qualité commerciale. Le taux d'eau (Eau/Solide, E/S) est ajusté afin d'obtenir une même consistance du béton frais. Des échantillons en forme cylindrique (h=22 cm, d=11cm) sont alors préparés dans des éprouvettes. Plus précisément, des couches de béton, compressées chacune à une pression d'environ 0,006 MPa, sont successivement empilées les unes sur les autres dans lesdites éprouvettes. Après leur préparation, les éprouvettes sont stockées en chambre climatique à 20 °C et 65% d'humidité.

Des essais de compression uniaxiale entre 2 plateaux parallèles (déplacement de 5mm/min) ont été réalisés sur ces échantillons après 14 et 28 jours de stockage, suivis par 3 jours de séchage à 40 °C. Les résistances à la compression (Rc) sont mentionnées au tableau 2 (moyennes sur 6 mesures).

20

Tableau 2.-

Béton à base de	E/S (%)	Rc 14 j (MPa)	Rc 28 j (MPa)
Chaux BS3	76	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01

Chaux STD4	79	$0,10 \pm 0,01$	$0,20 \pm 0,01$
Chaux HS2	81	$0,28 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,01$
Chaux HS3	84	$0,28 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,01$

Comme on peut le constater, les bétons à base des chaux HS2 et HS3 présentent une résistance mécanique augmentée, due à la surface spécifique élevée de la chaux utilisée comme deuxième composant dans la composition de liant du système selon l'invention, ainsi qu'un développement de la résistance à la compression plus rapide.

Exemple 2.-

Une composition de liant pour béton de chanvre selon l'invention est composée (en masse) de 42 % de diverses chaux éteintes (chaux aérienne standard STD, chaux éteinte de plus grande surface spécifique HS ou chaux éteinte de plus faible surface spécifique BS) comme deuxième composant selon le tableau 3 ci-dessous, 42% de ciment Portland CEM I 52,5 comme premier composant minéral, et de 16% de filler calcaire <300 μm . Des additifs organiques habituellement utilisés dans les mortiers (entraineurs d'air, rétenteurs d'eau, additifs rhéologiques, hydrophobants) sont en outre ajoutés dans une proportion en poids de 0 à 2% par rapport au poids total de ladite composition de liant. La granulométrie des chaux éteintes est mesurée à l'aide d'un granulomètre laser dans du méthanol.

Tableau 3.-

Deuxième composant	Surface BET (m^2/g) du deuxième composant	d_3 (μm)	d_{10} (μm)	d_{25} (μm)	d_{50} (μm)	d_{75} (μm)	d_{90} (μm)	d_{97} (μm)
Chaux BS4	6,9	1,1	3,1	13,5	54,2	102,8	156,7	225,3
Chaux STD5	13,5	0,7	1,3	2,5	5,0	8,3	12,9	32,2
Chaux HS4	39,6	0,9	1,3	2,2	4,3	9,7	27,5	51,3

Un béton de chanvre est préparé en utilisant, en proportions massiques, 9,3 kg des liants formulés, avec 4,15 kg de chènevotte de chanvre 2, de qualité commerciale, cette deuxième chènevotte de chanvre étant connue pour induire un farinage du béton standard sur chantier. Des échantillons en forme cylindrique du béton ainsi formé sont préparés comme à l'exemple 1.

Des essais de compression (déplacement de 5mm/min) ont été réalisés sur ces échantillons après 28 jours de stockage, suivis par 3 jours de séchage à 40 °C. Les résistances à la compression (Rc) sont mentionnées au tableau 4.

Tableau 4.-

Béton à base de	E/S (%)	Rc 28 j (MPa)
Chaux BS4	77	0,01 ± 0,01
Chaux STD5	77	0,01 ± 0,01
Chaux HS4	81	0,21 ± 0,01

Dans les bétons à base de chaux standard (chaux STD5) et de chaux à basse surface spécifique (BS4), tous les échantillons préparés n'ont pas pu être testés car certains se sont brisés lors de leur démoulage.

Dans les éprouvettes à base de liant avec la chaux standard et la chaux à basse surface spécifique, on observe également une couche d'apparence jaune/brunâtre (« croûte ») typiquement observée dans des échantillons de béton de chanvre fariné.

De plus, dans ces deux bétons, des résistances à la compression très faibles ont été constatées.

Seul le liant à base de chaux à haute surface spécifique (HS4) permet d'atteindre un niveau significatif de résistance mécanique.

Exemple 3.-

Une composition de liant pour béton de chanvre selon l'invention est composée (en masse) de 42% de minéraux à haute surface spécifique (chaux standard STD, chaux à haute surface spécifique HS, bentonite, silice pyrogénée « Aerosil 200 ») ou d'un mélange de ceux-ci

comme deuxième composant selon le tableau 5 ci-dessous, 42% de ciment Portland CEM I 52,5 comme premier composant minéral, et de 16% de filler calcaire <300 µm. Des additifs organiques habituellement utilisés dans les mortiers (entraîneurs d'air, rétenteurs d'eau, additifs rhéologiques, 5 hydrophobants) sont en outre ajoutés dans une proportion en poids de 0 à 2% par rapport au poids de ladite composition de liant.

5 **Tableau 5.-**

Deuxième composant	Chaux STD6 (%)	Chaux HS5 (%)	Bentonite(%)	Aerosil 200(%)	Surface BET du deuxième composant (m ² /g)	Vol. poreux BJH du deuxième composant (cm ³ /g)	Surface BET de la composition de liant (m ² /g)	Vol. poreux BJH de la composition de liant (cm ³ /g)
Chaux STD6	100				12,6	0,06	5,6	0,03
Chaux HS5		100			43,8	0,20	18,1	0,09
Composant A	50		50		44,2	0,08	12,2	0,04
Composant B	84			16	44,0	0,16	15,5	0,06

Un béton de chanvre est alors préparé en utilisant, en proportions massiques, 6,7 kg de ces liants formulés, avec 3,0 kg de chènevotte de chanvre 2, connue pour induire un farinage du béton standard sur chantier (voir exemple 2). Des échantillons en forme cylindrique du béton

5 ainsi formé sont préparés comme aux exemples 1 et 2.

Des essais de compression (déplacement de 5mm/min) ont été réalisés sur ces échantillons après 14 et 28 jours de stockage, suivis ici par 7 jours de séchage à 40 °C. Les résistances à la compression (R_c) sont mentionnées au tableau 6.

10 **Tableau 6.-**

Béton à base de	E/S (%)	R_c 14 j (MPa)	R_c 28 j (MPa)
Chaux STD6	73,0	$0,01 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,01$
Chaux HS5	76,1	$0,31 \pm 0,05$	$0,30 \pm 0,02$
Composant A	72,0	$0,06 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$
Composant B	70,0	$0,18 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,02$

Dans les bétons à base de chaux standard (chaux STD6), tous les échantillons préparés n'ont pas pu être testés car certains se sont brisés lors de leur démoulage. Dans ces éprouvettes, des résistances à la

15 compression très faibles ont été constatées.

Les compositions de liants à base de composants à haute surface spécifique (chaux HS5, composant A et composant B) permettent d'atteindre un niveau significatif de résistance mécanique. Par ailleurs, plus la surface spécifique de la composition de liant est grande, plus la résistance est

20 élevée, et moins le développement de cette résistance est retardé.

Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

1. Système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés choisi parmi les enduits, les mortiers et les bétons de matériaux bio-sourcés comprenant un matériau végétal ou bio-sourcé choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre, et une composition de liant comprenant un premier
5 composant minéral conventionnel et un deuxième composant,

ledit système étant caractérisé en ce que ladite composition de liant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à 10 m^2/g ;

ledit deuxième composant présente une surface spécifique calculée
10 selon la méthode BET supérieure à 22 m^2/g , et est choisi dans le groupe constitué de la chaux éteinte, des argiles colloïdales choisies dans le groupe constitué des kaolinites, de la bentonite ou des wollastonites, et leurs mélanges ;

ledit premier composant minéral conventionnel est un composant liant
15 choisi dans le groupe constitué des ciments, de la chaux éteinte ou aérienne standard, de la chaux hydraulique naturelle ou artificielle, des argiles, des liants à maçonner, des liants à prise pouzzolanique et hydraulique, du plâtre et de leurs mélanges ;

au moins un parmi ledit premier composant minéral conventionnel et
20 ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente.

2. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel ledit deuxième composant présente une surface spécifique calculée selon la méthode BET supérieure à 27 m^2/g .

25 3. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel lesdits ciments sont choisis dans le groupe des ciments courants, des ciments réfractaires, alumineux fondus, prompts, des ciments portland, des laitiers de hauts-fourneaux, des cendres volantes et de leurs mélanges.

30 4. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit deuxième composant est présent en une quantité supérieure à 5% en poids, et égale ou

inférieure à 80 % en poids, par rapport au poids total de ladite composition de liant.

5. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit deuxième composant présente un volume poreux total calculé selon la méthode BJH de désorption d'azote supérieur ou égal à 0,07 cm³/g.

6. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ledit deuxième composant présente un volume poreux total calculé selon la méthode BJH de désorption d'azote supérieur ou égal à 0,12 cm³/g.

7. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente.

8. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel ledit deuxième composant est à base de chaux éteinte pulvérulente et présente une densité en vrac mesurée selon la norme EN 459-2 allant de 250 à 500 kg/m³.

9. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre un entraîneur d'air choisi dans le groupe des sulfates ou sulfonates d'alkyle, des alcools gras éthoxylés, des copolymères à blocs et de leurs mélanges.

10. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre un ou plusieurs agent de rétention d'eau, choisi dans le groupe des éthers cellulosiques ou des gommes de guar, leurs dérivés et leurs mélanges.

11. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant en outre un modificateur de rhéologie choisi dans le groupe des polysaccharides, des dérivés d'amidon, des alginates, des gommes de guar et de leurs dérivés, des gommes de xanthane et de leur dérivés, des gommes de caraghenane et de leurs dérivés, des succinoglycanes, des superplastifiants, des polycarboxylates,

des mélamines formaldéhydes, des colloïdes minéraux, de la silice, des argiles, et leurs mélanges.

12. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant en outre un
5 agent hydrophobant choisi dans le groupe des stéarates et des oléates, des huiles végétales et minérales, des silanes, des siloxanes et de leurs mélanges.

13. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comprenant en outre un liant organique choisi dans le groupe des latex à base de copolymères d'acétate de
10 polyvinyle/éthylène, d'acétate de polyvinyle/versatate, de styrol / butadiène.

14. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il est sous forme sèche, prêt à gâcher avec de l'eau.

15. Le système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, comprenant en outre de l'eau et étant ainsi sous forme prêt à l'emploi.

16. Utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans un enduit léger contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés choisi dans le groupe
20 constitué du bois et du chanvre.

17. Utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans un mortier contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre.

25 18. Utilisation du système à base de matériaux végétaux ou bio-sourcés selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans un béton contenant des agrégats végétaux ou bio-sourcés choisi dans le groupe constitué du bois et du chanvre.

19. L'utilisation selon les revendications 16 à 18, dans
30 laquelle lesdits agrégats végétaux ou bio-sourcés ont une forme de pailles de longueur de 5 à 50 mm et de largeur inférieure à 10 mm.