

Liant hydraulique à base de laitier, composition sèche de mortier comprenant ce liant et système d'activation d'un liant à base de laitier

5 Domaine de l'invention

[0001] L'invention relève du domaine des compositions de poudres comprenant des liants à base de laitier et destinées à la préparation de formulations humides pour le bâtiment, par exemple, de mortiers, en particulier de mortiers-colles.

[0002] En particulier, l'invention se rapporte à un liant hydraulique à base de laitier, notamment pour
10 mortiers, en particulier pour mortiers-colles.

[0003] L'invention a également pour objet une composition sèche de mortier comportant un tel liant, ainsi qu'un système d'activation de ce liant.

[0004] La formulation humide obtenue par gâchage avec de l'eau de cette composition sèche est également couverte par cette invention, de même que le gâchage en lui-même, ainsi que le produits
15 durci réalisé à partir de cette formulation humide.

Arrière-plan technologique de l'invention

[0005] Les liants hydrauliques conventionnels, notamment pour mortiers, sont constitués de ciments Portland dont l'empreinte CO₂ est de l'ordre de 870 kg par tonne.

[0006] La substitution du ciment Portland (CEM I) dans ces liants hydrauliques est un enjeu
20 environnemental actuel.

[0007] Pour ce faire, il est connu de mettre en œuvre à titre de substituants au CEM I, les produits suivants : laitiers de haut fourneau granulés broyés, matériaux pouzzolaniques (pouzzolanes naturelles, pouzzolanes naturelles calcinées, pouzzolanes synthétiques), cendres volantes (siliceuses, calciques), schistes calcinés, calcaires, fumées de silice.

[0008] Les laitiers de haut fourneau granulés broyés ont des propriétés hydrauliques et pouzzolaniques mais nécessitent une activation par ajout de chaux, de soude ou de gypse. On parle d'activation sodique, calcique et sulfatique de la prise et/ou du durcissement du laitier.

[0009] Une telle activation alcaline impose la présence de quantités importantes de bases fortes, qui rendent dangereuse la manipulation des compositions de mortier en contenant et impose un
30 marquage « Xi ».

[0010] Pour pallier cela, les liants pour matériaux de construction selon la demande PCT WO 2011/055063A1 sont des liants à base de laitier de haut fourneau granulé broyé dans lesquels les

concentrations en alcalis sont réduites. Cette demande PCT divulgue ainsi un mortier colle de composition suivante :

Liant adhésif pour carrelage avec du sable		Quantité en pourcentage du poids total de composition sèche	Total
CaSO ₄	%	1,5	
Cendres volantes	%	5,0	
laitier (4000 Blaine)	%	35,0	
laitier (7500 Blaine)	%	4,5	
Sable de silice	%	49,0	
Ciment de Portland 52.5	%	1,0	
Poudre de polymère (copolymère d'acétate de vinyle d'éthylène)	%	3,4	
Ether de cellulose	%	0,4	
Sulfate alcalin	%	0,10	
Carbonate alcalin	%	0,10	100,0

- 5 Le ciment de Portland peut être remplacé ou combiné avec un ciment de sulfoaluminat. Le sulfate alcalin peut-être un sulfate de lithium, de sodium ou de potassium. Le carbonate alcalin peut-être un carbonate de lithium, de sodium ou de potassium.

- [0011] Dans la même veine, la demande internationale PCT WO 2017/198930A1 décrit une formulation de colle à carrelage dans le constituant principal et un laitier de haut fourneau granulé broyé avec un système d'accélération comprenant des particules ultrafines de carbonate de magnésium et de calcium. Cette colle à carrelage a notamment la composition suivante :
- 10

Composant	Pourcentage en poids
Sable de silice	53,5
Laitier (4000 Blaine)	35,0
Particules de carbonates de calcium et de magnésium (surface BET de 4 m ² /g et D ₅₀ de 2,5 µm)	5,0
Poudre de polymère (copolymère d'acétate de vinyle d'éthylène)	3,4
CaSO ₄	1,5
Ciment Portland 52.5	1,0
Ether de cellulose	0,4
Sulfate de métal alcalin	0,1
Carbonate de métal alcalin	0,1

Le ciment de Portland peut-être remplacé ou combiné avec un ciment de sulfoaluminat, un ciment alumineux, un ciment bélitique et/ou un ciment de mélange pouzzolanique. Le sulfate alcalin peut-être un sulfate de lithium, de sodium ou de potassium. Le carbonate alcalin peut-être un carbonate de lithium, de sodium ou de potassium.

[0012] Les propriétés des mortiers dans les applications finales sont naturellement au cœur de l'évaluation de la qualité du liant, de son système d'activation et de la composition sèche du mortier dans son ensemble.

Pour ce qui concerne les mortiers-colles, la norme NF EN 12 004-1 (avril 2017) est la référence.

10 L'adhérence par traction sous différentes conditions, par exemple après un temps ouvert allongé de 30 minutes, est un critère qualitatif essentiel.

[0013] Les mortiers-colles selon WO 2011/055063 et WO 2017/198930 ont des performances perfectibles, notamment en ce qui concerne l'adhérence par traction avec un temps ouvert allongé d'au moins 30 minutes et des temps de retour à la marche. Cette performance est décisive au regard

15 de l'attractivité commerciale de la colle à carrelage.

[0014] La demande de brevet européen EP2502891A1 décrit un activateur pour liants pouzzolaniques et/ou hydrauliques latents comprenant : A) 5 – 50 % NaOH ; B) 10 – 90 % CaSO₄.0,5H₂O (éventuellement Na₂SO₄) ; Ca(NO₃)₂·4H₂O ; D) éventuellement une charge à base de CaCO₃. Cet activateur est incorporé dans un liant à hauteur de 4 % en poids. Ce liant peut

20 comprendre 60 % de laitier de haut fourneau et 40 % de ciment ou 40 % de ciment 30 % de laitier et 30 % de charge siliceuse. Cette demande de brevet européen ne décrit pas de mortier colle, de

chapes ou d'enduits ayant des performances améliorées en ce qui concerne notamment l'adhérence et les temps de retour à la marche.

Objectifs de l'invention

[0015] Dans ce contexte, l'invention vise à satisfaire au moins l'un des objectifs suivants :

- 5 - fournir un liant hydraulique, notamment pour mortiers, en particulier pour mortiers colles, pour chapes ou pour enduits, pour mortiers de réparation, mortiers de scellement ou de calage, ou mortiers de haute performance, destinés aux environnements agressifs de type eaux sulfatées, sels de déverglaçage, à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, destiné à la préparation d'une composition exempte ou pratiquement exempte de ciment Portland CEM (liant ayant une teneur en
10 OPC par exemple inférieure ou égale à 30 % en poids sur sec), qui permette de produire une prise et un durcissement dont la résistance mécanique initiale soit améliorée par rapport aux liants à base de laitier de haut fourneau granulé brevet broyé connus ;
 - fournir un liant hydraulique, notamment pour mortiers, en particulier pour mortiers colles, pour chapes ou pour enduits, à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement
15 exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 30 % en poids sur sec), qui permette de produire une prise et un durcissement dont la résistance mécanique initiale soit améliorée par rapport aux liants à base de laitier de haut fourneau granulé brevet broyé connus ;
 - fournir une composition sèche de mortier, en particulier un mortier-colle, à base de laitier de haut
20 fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 5 % en poids sur sec), qui, une fois gâchée avec de l'eau, satisfasse à la norme NF EN 12 004-1 (avril 2017);
 - fournir une composition sèche de mortier, en particulier un mortier-colle, à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par
25 exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 5 % en poids sur sec), qui, une fois gâchée avec de l'eau, satisfasse à la norme NF EN 12 004-1 (avril 2017) et qui ait une adhérence par traction sous différentes conditions, par exemple après un temps ouvert allongé de 30 minutes, sensiblement améliorée par rapport à celle obtenue pour les mortiers-colles selon WO 2011/055063 et WO 2017/198930 (par exemple $> 0,8 \text{ N/mm}^2$);
- 30 - fournir une composition sèche de mortier, en particulier un mortier-colle, une chape ou un enduit, à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 5 % en poids sur sec), qui puisse être conditionné sous forme de mortier sec prêt à l'emploi dans des sacs non étiquetés Xi suivant le règlement (CE) n°1907/2006-REACH ;
- 35 - fournir une composition sèche de mortier, en particulier un mortier-colle, à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 5 % en poids sur sec), qui, une fois gâchée avec de l'eau, satisfasse à la norme NF EN 12 004-1 (avril 2017) et qui ait un temps ouvert compris entre

- 20 et 30mn au moins et/ou un temps de prise compris entre 30 minutes et 6 heures, et/ou un temps de retour à la marche comprise entre 4 et 24 heures, pour des taux de gâchage (Eau*100/liant) compris entre 20 et 30 % ;
- fournir une composition sèche de mortier, en particulier un mortier-colle, une chape ou un enduit,
- 5 à base de laitier de haut fourneau granulé broyé, exempt ou pratiquement exempt de ciment Portland CEM (liant ayant par exemple une teneur en OPC inférieure ou égale à 5 % en poids sur sec), qui satisfasse à au moins l'un des objectifs ci-dessus et qui soit économique et écoresponsable ;
- fournir un système d'activation d'un liant hydraulique pour mortiers, en particulier pour mortiers-colles, pour chapes ou pour enduits, qui permette de satisfaire tout ou partie des objectifs visés ci-
- 10 dessus ;
- fournir une formulation humide, obtenue par gâchage avec de l'eau de la composition sèche de mortier visé dans les objectifs ci-dessus, ladite formulation humide présentant une rhéologie adaptée à sa mise en œuvre aisée et au moins l'une des propriétés susmentionnées pour les produits en cours de durcissement ou durcis, obtenus à partir de cette formulation humide ;
- 15 - fournir des procédés de préparation de la composition sèche et de la formulation humide, qui soit facile à mettre en œuvre qui soit économique ;
- fournir des produits durcis (préfabriqués ou non) pour le bâtiment obtenu à partir de la formulation humide évoquée dans les objectifs mentionnés ci-dessus (pâte – coulis – enduit – mortier – béton – mortier colle – chapes – enduits – bloc béton – panneau sandwich) économique ayant de bonnes
- 20 propriétés mécaniques à long terme (dureté, résistance en flexion/compression, durabilité, cohésion) et de bonnes performances de mise en œuvre (retrait limité notamment).

Brève description de l'invention

- [0016] L'invention satisfait à au moins l'un des objectifs ci-dessus et concerne, selon un premier aspect, un liant hydraulique, notamment pour mortiers, en particulier pour mortiers-colles,
- 25 comprenant (en % en poids sur sec) :
- A. au moins 50 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé;
 - B. plus de 5, de préférence de 5,5 à 30, et, plus préférentiellement encore, de 6 à 20, d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
 - C. plus de 5, de préférence de 6 à 30, et, plus préférentiellement encore, de 8 à 20, d'au moins une
- 30 source d'ions sulfate;
- D. entre 1 et 5 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
 - E. entre 0,01 et 1 d'au moins un carbonate de métal alcalin, de préférence Li_2CO_3 ;
 - F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore
- 35 constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges ;
- avec les conditions selon lesquelles :
- (i) C est en quantité suffisante pour que les ions sulfate de C puissent réagir avec B et avec A ;
 - (ii) F est en quantité suffisante pour que sa réaction avec le composant D en présence d'eau amène

le pH de la formulation humide obtenue à une valeur supérieure ou égale à 12, de préférence à 13, pour un taux de gâchage eau sur mortier compris entre 10 et 35 % en poids.

[0017] Cette composition de liant riche en laitier est une alternative remarquable aux liants à base de CEM I en termes de réduction substantielle de l'empreinte carbone (masse d'équivalent CO₂ par tonne). Le réglage fin des concentrations des composants ABCDEF optimise l'hydratation et la dissolution dans des conditions alcalines (pH >12) du laitier A. Cela favorise une activation sodique et sulfatique de la prise du durcissement de la formulation humide, obtenue par gâchage à l'eau d'une composition sèche comprenant le liant selon l'invention. Les produits durcis ou en cours de durcissement issus de cette formulation humide bénéficie donc d'une résistance mécanique précoce améliorée. Il s'agissait en outre à toutes les exigences notamment normatives des applications finales visées par les compositions sèches, notamment de mortier en particulier de mortier-colle (EN NF 12004 Avril 2017), comprenant le liant selon l'invention.

[0018] Sur une caractéristique préférée de l'invention, le rapport des concentrations en composant [C] et en composant [B] est défini comme suit :

- 0,1 < [C] / [A] ; de préférence $0,1 \leq [C] / [A] \leq 1$, et, plus préférentiellement encore, $0,1 \leq [C] / [A] \leq 0,3$.
0,5 < [C] / [B] ; de préférence $1 \leq [C] / [B] \leq 3$, et, plus préférentiellement encore, $1 \leq [C] / [B] \leq 2$.

[0019] Selon un mode de réalisation, le liant hydraulique selon l'invention comprend :

- A. 55 à 90, de préférence 60 à 85 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- B. 5,5 à 30, de préférence 6 à 20 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- C. 6 à 30, de préférence de 8 à 20 d'au moins une source d'ions sulfate ;
- D. 1 à 5, de préférence 2 à 4 de Ca(OH)₂ et/ou de ciment portland;
- E. 0,01 à 1, de préférence 0,1 à 0,5 de Li₂CO₃ ;
- F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO₃ ; Na₂CO₃ ; K₂CO₃ et leurs mélanges, le NaHCO₃ étant préféré ;
- G. 0 à 10, de préférence de 0 à 20 d'au moins un agent liant différent de A, de B et de D, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : les liants siliceux ou silico-alumineux, les cendres volantes, avantageusement des cendres volantes silico-alumineuses, des cendres volantes silico-calcoalumineuses, des poussières d'argile calcinée ou expansée et/ou des métakaolins.

[0020] Selon un second de ses aspects, l'invention concerne donc une composition sèche de mortier comportant le liant selon l'invention.

- [0021]** Avantageusement, l'invention vise une composition sèche de mortier colle comprenant (en % en poids sur sec) :

- A. 10 à 50, de préférence 15 à 40 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- B. 0,5 à 20, de préférence 1 à 15 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- C. 1 à 30, de préférence de 2 à 20 d'au moins une source d'ions sulfate avec
- 5 $1 \leq [C] / [B] \leq 2$;
- D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,3 de Li_2CO_3 ;
- F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou
- 10 mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant préféré ;
- G. 30 à 80, de préférence 40 à 70 d'au moins une espèce de granulats de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : des sables minéraux tels que siliceux, calcaires, silico-calcaires, sables minéraux légers tels que perlite, vermiculite, billes de verre
- 15 expansé, sables issus du recyclage de matières minérales telles que béton de déconstruction, verre broyé, sables issus du recyclage de matières organiques tels que pneumatique broyés, polyuréthane broyés, et leurs mélanges;
- H. 1 à 10, de préférence 1 à 5 d'au moins un polymère redispersible ;
- I. 0,01 à 5, de préférence 0,05 à 1 d'au moins un épaississant ;
- 20 J. 0,01 à 0,5, de préférence 0,05 à 0,3 d'au moins un retardateur, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels, et leurs mélanges.

[0022] Selon un autre mode de réalisation, l'invention vise une composition de mortier-colle comprenant (en % en poids sur sec) :

- 25 A. 10 à 50, de préférence 15 à 40 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- B. 0,5 à 20, de préférence 1 à 15 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- C. 1 à 20, de préférence de 2 à 15 d'au moins une source d'ions sulfate avec
- $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$;
- 30 D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,15 de Li_2CO_3 ;
- F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux

encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant préféré ;

5 G. 30 à 80, de préférence 40 à 70 d'au moins une espèce de granulats de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : des sables minéraux tels que siliceux, calcaires, silico-calcaires, sables minéraux légers tels que perlite, vermiculite, billes de verre expansé, sables issus du recyclage de matières minérales telles que béton de déconstruction, verre broyé, sables issus du recyclage de matières organiques telles que pneumatiques broyés, polyuréthanes broyés, et leurs mélanges;

H. 1 à 10, de préférence 1 à 5 d'au moins un polymère redispersible ;

10 I. 0,01 à 5, de préférence 0,05 à 1 d'au moins un épaississant ;

J. 0,01 à 0,5, de préférence 0,05 à 0,3 d'au moins retardateur, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels et leurs mélanges.

15 **[0023]** Cette composition de mortier colle est écoresponsable et performante. Elle satisfait aux exigences de la norme EN NF 12004 Avril 2017 sur les colles à carrelage. C'est une composition sèche de mortier prêt à l'emploi qui peut être conditionné en sacs sans étiquetage X_i de risque corrosif alcalin. Pour autant, l'activation sulfo-alcaline du laitier A est rendue possible avec un pH supérieur à 12 lors du gâchage à l'eau selon un taux de gâchage eau/ mortier compris entre 15 et 30 %, par exemple 25 %. La prise de ce mortier colle est rapide: l'adhérence $> 0,5 \text{ N/mm}^2$ à 6 heures ou à 24 heures. Il est également à noter que la concentration I en polymère redispersible de ce mortier colle selon invention reste limitée ce qui profite à l'économie de la composition.

[0024] L'invention a également pour objet une composition sèche de mortier-colle amélioré à durcissement rapide C2F, répondant , une fois gâchée avec de l'eau, à la norme NF EN 12004 avril 2017 comprenant (en % en poids sur sec) :

25 A. 10 à 35, de préférence 20 à 30 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;

B. 2 à 12, de préférence 5 à 9 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;

C. 2 à 12, de préférence 5 à 9 d'au moins une source d'ions sulfate avec $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$;

30 D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;

E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,15 de Li_2CO_3 ;

F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant

35 préféré ;

- G. 50 à 70, de préférence 52 à 60 d'au moins une espèce de granulats, de préférence choisi parmi les sables et leurs mélanges;
- H. 1 à 5, de préférence 1 à 4 d'au moins une poudre polymère redispersible ;
- I. 0,05 à 2, de préférence 0,1 à 0,5 d'au moins un épaississant ;
- 5 J. 0,05 à 1, de préférence 0,1 à 0,5 d'au moins retardateur, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels et leurs mélanges.
- [0025]** Un autre objet de l'invention est une composition sèche de mortier-colle amélioré déformable
- 10 C2S1, répondant, une fois gâchée avec de l'eau, à la norme NF EN 12004 avril 2017 comprenant (en % en poids sur sec) :
- A. 10 à 30, de préférence 20 à 25 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- B. 1 à 7, de préférence 1 à 5 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- 15 C. 1 à 10, de préférence 2 à 9 d'au moins une source d'ions sulfate avec $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$;
- D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,15 de Li_2CO_3 ;
- F. et un pourcentage supérieur à 1 et inférieur ou égal à 4, de préférence à 3, d'au moins un
- 20 réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant préféré ;
- G. 60 à 90, de préférence 62 à 70 d'au moins une espèce de granulats de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : des sables minéraux tels que
- 25 siliceux, calcaires, silico-calcaires, sables minéraux légers tels que perlite, vermiculite, billes de verre expansé, sables issus du recyclage de matières minérales telles que béton de déconstruction, verre broyé, sables issus du recyclage de matières organiques tels que pneumatique broyés, polyuréthane broyés, et leurs mélanges;
- H. 1 à 5, de préférence 1 à 4 d'au moins une poudre polymère redispersible ;
- 30 I. 0,05 à 2, de préférence 0,1 à 0,5 d'au moins un épaississant ;
- J. 0,05 à 1, de préférence 0,1 à 0,5 d'au moins retardateur, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels et leurs mélanges.

[0026] Un autre objet de l'invention est une composition sèche de mortier-colle amélioré hautement déformable C2S2, répondant, , une fois gâchée avec de l'eau, à la norme NF EN 12004 avril 2017 comprenant (en % en poids sur sec) :

- A. 15 à 40, de préférence 25 à 35 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- 5 B. 1 à 7, de préférence 1 à 5 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- C. 1 à 10, de préférence 2 à 9 d'au moins une source d'ions sulfate avec $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$;
- D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- 10 E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,15 de Li_2CO_3 ;
- F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant préféré ;
- 15 G. 50 à 70, de préférence 52 à 62 d'au moins une espèce de granulats, de préférence choisi parmi les sables et leurs mélanges;
- H. 1 à 10, de préférence 2 à 8 d'au moins une poudre polymère redispersible ;
- I. 0,05 à 2, de préférence 0,1 à 0,5 d'au moins un épaississant ;
- J. 0,05 à 1, de préférence 0,08 à 0,15 d'au moins retardateur, de préférence choisi dans le
- 20 groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels et leurs mélanges.

[0027] La composition sèche de mortier selon l'invention peut être également celle d'une chape ou d'un enduit. Cette composition peut comprendre (en % en poids sur sec) :

- A. 3 à 50, de préférence 4 à 30 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé ;
- 25 B. 0,5 à 20, de préférence 1 à 15 d'au moins un ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- C. 1 à 20, de préférence de 2 à 15 d'au moins une source d'ions sulfate avec $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$;
- D. 0,05 à 5, de préférence 0,5 à 2 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- 30 E. 0,02 à 0,8, de préférence 0,05 à 0,15 de Li_2CO_3 ;
- F. et au moins un réactif d'alcalinisation constitué par au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou

mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges, le NaHCO_3 étant préféré ;

- G. 30 à 80, de préférence 40 à 70 d'au moins une espèce de granulats de préférence choisis dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : des sables minéraux tels que siliceux, calcaires, silico-calcaires, sables minéraux légers tels que perlite, vermiculite, billes de verre expansé, sables issus du recyclage de matières minérales telles que béton de déconstruction, verre broyé, sables issus du recyclage de matières organiques telles que pneumatiques broyés, polyuréthanes broyés, et leurs mélanges;
- H. 1 à 10, de préférence 1 à 5 d'au moins un polymère redispersible ;
- 10 I. 0,01 à 5, de préférence 0,05 à 1 d'au moins un épaississant ;
- J. 0,01 à 0,5, de préférence 0,05 à 0,3 d'au moins retardateur, de préférence choisis dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : acide tartrique et ses sels, acide citrique et ses sels, acide gluconique et ses sels et leurs mélanges.

[0028] L'invention concerne également un perfectionnement des mortiers secs, en particulier des mortiers-colles des chapes et des enduits, ce perfectionnement consistant à utiliser le liant et/ou le système d'activation selon l'invention dans une composition sèche ou une formulation humide de mortier, en particulier de mortier-colle, d'enduit ou de chape. Avantageusement, la composition sèche de mortier selon l'invention peut inclure un ou plusieurs additifs choisis dans le groupe comprenant – idéalement constitué par – : les rétenteurs d'eau, les charges, les charges légères, les hydrofugeants, les colorants/pigments, les fibres, les anti mousses, les fluidifiants, les entraîneurs d'air ou agents moussants, les générateurs de gaz in situ, les ignifugeants, les biocides, les dispersants et leurs mélanges.

[0029] Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne un système d'activation d'un liant hydraulique pour mortiers, en particulier pour mortiers-colles, comprenant (en % en poids sur sec):

- 25 C. 60 à 93, de préférence 70 à 90 d'au moins une source d'ions sulfate;
- D. 5 à 25, de préférence 8 à 20 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- E. 1 à 3 de Li_2CO_3 ;
- F. 1 à 15, de préférence 2 à 10 d'au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisis dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges.

Ce liant comporte en outre (en % en poids sur sec):

- A. 50 à 99, de préférence 60 à 95 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé;
- B. 40 à 1, de préférence de 30 à 5, et, plus préférentiellement encore, de 6 à 20, d'au moins un ciment d'aluminat de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminat de calcium.
- 35 **[0030]** Selon un autre mode de réalisation, l'invention concerne un système d'activation d'un liant hydraulique pour mortiers, en particulier pour mortiers-colles, enduits ou chapes, caractérisé en ce qu'il comprend (en % en poids sur sec):

- C. 60 à 93, de préférence 70 à 90 d'au moins une source d'ions sulfate;
D. 5 à 25, de préférence 8 à 20 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
E. 0,5 à 5, de préférence 1 à 3 de Li_2CO_3 ;
F. au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi
5 dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et
leurs mélanges ;
et en ce que le liant comprend (en % en poids sur sec):
A. 60 à 99, de préférence 70 à 95 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé;
B. 40 à 1, de préférence de 30 à 5, et, plus préférentiellement encore, de 6 à 20, d'au moins un
10 ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium.
- [0031]** Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne un procédé de préparation du liant ou de
la composition sèche selon l'invention. Ce procédé consiste essentiellement à mélanger les
composants de ladite composition, ces composants étant pris séparément et/ou sous forme de
mélange(s) partiel(s) ou complet(s).
- 15 **[0032]** L'invention, dans un autre de ses aspects, vise une formulation humide de mortier
comprenant une composition sèche selon l'invention gâchée avec de l'eau, selon un taux de
gâchage eau/mortier compris entre 10 et 35 %, de préférence entre 15 et 30 %.
En particulier, la formulation humide selon l'invention est dotée de bonnes performances de mise en
œuvre telles que "l'ouvrabilité" ou des propriétés rhéologiques adaptées au pompage. En outre, cet
20 enduit présente notamment de bonnes performances mécaniques.
- [0033]** L'invention concerne également un procédé de préparation d'une formulation humide de
mortier consistant à mélanger avec de l'eau de gâchage, avantageusement selon un taux de
gâchage eau/ mortier compris entre 10 et 35 %, de préférence entre 15 et 30 %, les composants
de la composition sèche selon l'invention, ces composants étant pris séparément et/ou sous forme
25 de mélange(s) partiel(s) ou complet(s).
- [0034]** Enfin, l'invention vise en outre l'utilisation d'un système d'activation comprenant (en % en
poids sur sec):
C. 60 à 93, de préférence 70 à 90 d'au moins une source d'ions sulfate;
D. 5 à 25, de préférence 8 à 20 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
30 E. 0,5 à 5, de préférence 1 à 3 de Li_2CO_3 ;
F. 1 à 15, de préférence 2 à 10 d'au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent
de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ;
 Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et leurs mélanges d'un liant hydraulique ;
pour activer un liant hydraulique pour mortiers, notamment pour mortiers-colles, ce liant comprenant
35 (en % en poids sur sec):
A. 50 à 99, de préférence 60 à 95 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé;
B. 40 à 1, de préférence de 30 à 5, et, plus préférentiellement encore, de 6 à 20, d'au moins un
ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;

dans lequel C est mis en œuvre en quantité suffisante pour que les ions sulfate de C puissent réagir avec B et avec A.

[0035] Selon un autre mode de réalisation, l'invention concerne l'utilisation d'un système d'activation comprenant (en % en poids sur sec):

- 5 C. 60 à 95, de préférence 70 à 90 d'au moins une source d'ions sulfate;
- D. 5 à 25, de préférence 8 à 20 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et/ou de ciment portland;
- E. 0,5 à 5, de préférence 1 à 3 de Li_2CO_3 ;
- F. et au moins un carbonate et/ou bicarbonate de métal alcalin, différent de E, de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : NaHCO_3 ; Na_2CO_3 ; K_2CO_3 et
- 10 leurs mélanges d'un liant hydraulique ;
- pour activer un liant hydraulique pour mortiers, notamment pour mortiers-colles, ce liant comprenant (en % en poids sur sec):
- A. 60 à 99, de préférence 70 à 95 d'au moins un laitier de haut fourneau granulé et broyé;
- B. 40 à 1, de préférence de 30 à 5, et, plus préférentiellement encore, de 6 à 20, d'au moins un
- 15 ciment d'aluminate de calcium et/ou d'au moins un ciment de sulfoaluminate de calcium ;
- dans lequel C est mis en œuvre en quantité suffisante pour que les ions sulfate de C puissent réagir avec B et avec A.

[0036] Définitions

Dans tout le présent exposé, tout singulier désigne indifféremment un singulier ou un pluriel.

- 20 Les définitions données ci-après à titre d'exemples, peuvent servir à l'interprétation du présent exposé :
- "polymère" désigne indifféremment "homopolymère" et "copolymère" ;
- "mortier" désigne un mélange sec ou humide ou durci d'un ou plusieurs liants organiques et/ou minéraux, de granulats de diamètre < 5mm (sables –agregats) et éventuellement
- 25 de fillers et/ou d'additifs et/ou d'adjuvants ;
- « sec » qualifie un mortier ou un béton sous forme pulvérulente, avant gâchage avec un liquide approprié, de préférence l'eau ; un mortier sec ou un béton sec est également un mortier ou un béton prêt à l'emploi, c'est-à-dire prêt à être mélangé avec un liquide de gâchage pour former une formulation humide destinée à être utilisée, avant
- 30 durcissement, dans des applications de matériaux de construction ;
- "enduit" désigne plus spécialement un mortier utilisé en revêtement superficiel d'une surface afin de la protéger, l'homogénéiser, la décorer, etc. ;
- "chape" désigne plus spécialement un mortier utilisé comme ouvrage d'étanchéité homogène d'une certaine épaisseur (norme NF EN 13 300 18 - août 2000).
- 35 • "mortier-colle" ou "colle" désigne une composition sèche, humide ou durcie, servant à coller du carrelage sur un support ;

- "pâte" désigne une composition humide contenant de l'eau ;
- "charge " est une charge dont la densité apparente est supérieure à 0,75 ;
- "charge légère" est une charge dont la densité apparente est inférieure ou égale 0,75 ;
- "liquide": dispersion, émulsion ou solution à base aqueuse.

5

Description détaillée de l'invention**[0037] LIANT ABCDEF**

Les inventeurs ont eu le mérite de mettre au point un liant ABCDEF écoresponsable à base de laitier de haut fourneau granulé et broyé, qui permet de formuler des compositions sèches, notamment de
10 mortier et en particulier de mortiers-colles, qui conduisent après durcissement (gâchage à l'eau) à des produits durcis adhérents, ou mécaniquement résistants et satisfaisant aux spécifications attendues dans les applications finales de produits du bâtiment, en particulier des mortiers-colles selon la norme EN NF 12004 avril 2017.

[0038] Le laitier A de haut fourneau granulé et broyé

15 De préférence, il s'agit d'un laitier granulé de haut fourneau moulu et séché dont le taux de vitrification moyen est supérieur à 90 % (mesure par diffraction de rayons X). Ce laitier répond à la norme européenne NF EN 15167-1 du 1^{er} septembre 2006.

Avantageusement, ce laitier est un laitier granulé de haut fourneau moulu C.E., produit à Fos-sur-Mer par la société ECOCEM® et présentant les caractéristiques suivantes :

[0039]

COMPOSITION CHIMIQUE (centésimale moyenne)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	SO ₃	Cl ⁻	S ²⁻	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O _{equiv.}
37,3	10,7	0,2	43,0	6,5	0,7	0,1	0,01	0,8	0,23	0,35	0,45

Module chimique (CaO+MgO)/SiO₂ : > 1,25 (≥1,2 : classe A selon NF EN 206-1/CN)**CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES** (valeurs indicatives représentatives)

Formulation		Résistances en compression			INDICE D'ACTIVITÉ			Temps de prise initiale (min)
Ecocem	Ciment référence	7jrs	28jrs	90jrs	7jrs	28jrs	90jrs	
0%	100 %	43	55	64	--			170
50 %	50 %	31	55	66	72 %	100 %	103 %	210
Limites de la norme produit NF EN 15 167-1					≥ 45%	≥ 70%		< 2 x Tps ciment
Limites classe A selon norme NF EN 206/CN					≥ 65%	≥ 85%		

AUTRES CARACTÉRISTIQUES

Surface spécifique blaine	4 450 ± 250 cm ² /g ≥ 2 750 cm ² /g : NF EN 15167-1 ≥ 4 200 cm ² /g : classe A selon NF EN 206/CN
Diamètre médian indicatif (d ₅₀)	11 µm
Passant à 32 µm	≥ 95 %
Masse volumique	2,90 ± 0,03 g/cm ³
Densité apparente	0,8 ± 0,1 g/cm ³
Indice [cie L*a*b*] avec CR410	L* = 89,5 ± 2
Perte au feu (950 °C)	< 1,5 %
Humidité (100 °C)	< 0,5 %

Tout autre laitier de haut fourneau granulé et broyé présentant les caractéristiques ci-dessus avec une plage de variation de +/- 10 %, constitue un laitier A approprié pour entrer dans la composition du liant selon l'invention.

5

Sur une modalité remarquable de l'invention, au moins une partie du laitier A a une surface spécifique Blaine comprise entre 3000 et 5000 cm²/g, de préférence entre 4200 et 4700 cm²/g, et, éventuellement, au moins une autre partie du laitier A a une surface spécifique Blaine supérieure à 5.000 et inférieure ou égale à 20 000 cm²/g, de préférence entre 6500 et 8500 cm²/g.

10 **[0040]** Ciment d'aluminate et/ou de sulfoaluminate de calcium B et/ou liant

[0041] Les ciments à base d'aluminate de calcium (CAC) ou ciments alumineux fondus résultent de la cuisson jusqu'à fusion d'un mélange de calcaire et de bauxite, suivie d'une mouture sans gypse à une finesse comparable à celle des ciments Portland. Les résistances minimales garanties sur « mortier normal » sont les suivantes : résistance en compression N/mm² à 6 heures : ≥ 18 ; à 24 heures : ≥ 40. Ces ciments sont définis par la norme EN14647.

15

[0042] Le ciment à base de sulfo-aluminate de calcium (CSA) peut être un ciment sulfoalumineux alitique, un ciment yélimitique et/ou un ciment bélitique et/ou un liant à haute teneur en phase cimentaire et riche en alumine : (par exemple Al₂O₃ > 30%)

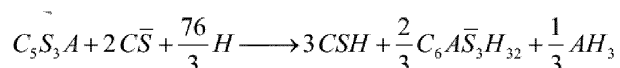
[0043] Source C d'ions sulfate

- La source C d'ions sulfate est sélectionnée dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : le gypse naturel ou synthétique, l'hémihydrate de sulfate de calcium, la bassanite, l'anhydrite, la sélénite, l'albâtre, le gypse fibreux, le gypse sacharoïde, le gypse marin, la rosé des sables le
- 5 phosphogypse (gypse issu de la fabrication de l'acide phosphorique), le gypse de désulfuration, le titanogypse (gypse issu de la neutralisation de l'acide sulfurique produit lors du procédé de synthèse du dioxyde de titane), le citrogypse (gypse issu de la fabrication de l'acide citrique), le tartarogypse (gypse issu de la fabrication de l'acide tartrique), le borogypse (gypse issu de la fabrication de l'acide borique), le lactogypse (gypse issu de la fabrication de l'acide lactique) et leurs mélanges.
- 10 C est en quantité suffisante pour que les ions sulfate de C puissent réagir avec B et avec A ; c'est à dire qu'il reste suffisamment de sulfate C pour l'activation du laitier A, une fois que tout le ciment alumineux ou sulfo-alumineux B a été consommé. Ainsi, les rapports massiques C/A et C/B sont par exemple les suivants :

$$0,1 \leq [C] / [A] \leq 1$$

15 $0,5 \leq [C] / [B] \leq 3$

On a par exemple la réaction suivante quand B est un ciment d'aluminate de calcium :

**[0044] Composant D: Ca(OH)₂ et/ou ciment portland CEM**

- Chaux Ca(OH)₂ : Elle peut être apportée par de la chaux vive, de la chaux éteinte, de la chaux
- 20 aérienne, ou de la chaux hydraulique.

De préférence, Ca(OH)₂ est choisi dans le groupe comprenant – idéalement constitué par – les chaux suivantes : CL 90, DL 85, CL 80, DL 80, CL 70, DL 70, HL 2, HL 3,5, HL 5, NHL 2, NHL 3,5, NHL 5, NHL – Z, et leurs mélanges

- Il peut s'agir par exemple de chaux aérienne Chaubart CL90 de la société Bonargent-Goyon, ; de
- 25 chaux blanche hydraulique NHL-3.5Z CE commercialisée par Lafarge ciments, usine du Cruas (Composition : Chaux 89%, CEM II/A-LL 42,5 N CE PM-CP2 NF "blanc : 11%).

Ciment Portland :

- Conformément à l'invention, le ciment Portland est conforme à celui défini dans la norme européenne EN 197-1 qui regroupent 5 classes CEM I : ciment Portland ; CEM II : ciment Portland composite ;
- 30 CEM III : ciment de haut fourneau ; CEM IV : ciment pouzzolanique ; CEM V : ciment composite.
- A titre d'exemple, on peut citer : CEM I 42,5 R, Ciment Portland CEM I, 52,5N.

[0045] Carbonate de métal alcalin E

Suivant une modalité remarquable de l'invention, il peut s'agir de carbonate de lithium, de carbonate de potassium et/ou de carbonate de sodium. Le carbonate de lithium est préféré.

- 35 **[0046] Réactif d'alcalinisation F**

F est un carbonate et/ou un bicarbonate de métal, de préférence NaHCO₃ ; Na₂CO₃ ; K₂CO₃, KHCO₃ étant préféré.

[D] et [F] sont en quantités suffisantes pour réagir dans une formulation comprenant le liant, des granulats, des charges, de l'eau, et, éventuellement, des additifs, et amener le pH de cette formulation humide à une valeur supérieure ou égale à 12, de préférence supérieure ou égale à 13. Cela peut correspondre par exemple au ratios [F] / [D] suivants :

- 5 0,2 < [F] / [D] ; de préférence $0,2 \leq [F] / [D] \leq 1,5$, et, plus préférentiellement encore, $0,3 \leq [F] / [D] \leq 1$.

On a par exemple $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$.

[0047] Agent liant G différent de A, de B et de D

- G est de préférence choisi dans le groupe comprenant – ou mieux encore constitué par – : les liants
10 siliceux ou silico-alumineux, les cendres volantes, avantageusement des cendres volantes silico-alumineuses, des cendres volantes silico-calco-alumineuses, des poussières d'argile calcinée ou expansée et/ou des métakaolins.

À titre d'exemple on peut citer les métakaolins obtenus par procédé flash ou procédé traditionnel, les cendres volantes de type C ou F.

- 15 **[0048] COMPOSITION SECHE DE MORTIER ABCDEF(G)HIJK**

Cette composition est par exemple un mortier colle, une chape ou un enduit. Les composants ABCDEF leurs proportions respectives sont définis ci-dessus. Les granulats ou charges H, les polymères redispersibles I, les épaississants J et les retardateurs K sont définis ci-dessous

[0049] Granulats ou charges H

- 20 Ils sont avantageusement choisis dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par : les fillers et/ou les sables, de préférence parmi les sables siliceux, calcaires, silico-calcaires, magnésiens et leurs mélanges, les fillers siliceux, calcaires et silico-calcaires, magnésiens et leurs mélanges, et/ou parmi les oxydes métalliques, les aluminés, et/ou parmi les billes de verre et les minéraux silicatés naturels et synthétiques de préférence choisis parmi les argiles, micas,
25 métakaolins, fumées de silice et leurs mélanges.

[0050] Polymères redispersibles I

- I est choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les familles des résines homo ou copolymères acryliques, copolymères de vinylacétate-éthylène, copolymères styrène-acrylique, les terpolymères d'acétate de vinyle, de versatate de vinyle et de dialkylester d'acide maléique, les
30 copolymères d'acétate de vinyle et versatate de vinyle, les copolymères de styrène et butadiène, et leurs mélanges.

[0051] Epaississants J

- I est choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les polysaccharides et de préférence les éthers de cellulose ou d'amidon et leurs mélanges, et de préférence dans le groupe
35 comprenant les méthylcelluloses, les hydroxyéthylcelluloses, les méthylhydroxy-propylcelluloses, les méthylhydroxyéthyl-celluloses et leurs mélanges, ou parmi les éthers de guar modifiés ou non et leurs mélanges ou le mélange de ces différentes familles

[0052] *Retardateurs K*

K est choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les agents chélatant du calcium, les acides carboxyliques et leurs sel, les polysaccharides et leurs dérivés, les phosphonates, les lignosulphonates, les phosphates, les borates, et les sels de plomb, zinc, cuivre, arsenic et antimoine, et plus particulièrement parmi l'acide tartrique et ses sels, de préférence ses sels de sodium ou de potassium, l'acide citrique et ses sels, de préférence son sel de sodium (citrate trisodique), les gluconates de sodium; les phosphonates de sodium ; les sulfates et leurs sels de sodium ou de potassium, et leurs mélanges

[0053] *Divers autres additifs* peuvent également être mis en œuvre dans la composition sèche de mortier, en particulier de mortier colle.

Ces additifs peuvent être des accélérateurs de prise, des rétenteurs d'eau, des charges légères, des hydrofugeants, des colorants, des fibres, des anti mousses, des agents rhéologiques, des agents entraîneurs d'air ou agents moussants, des agents générateurs de gaz, des ignifugeants... et leurs mélanges.

L'additif accélérateur de prise peut être sélectionné dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les sels alcalins et alcalino-terreux d'hydroxydes, d'halogénures, de nitrates, de nitrites, de carbonates, de thiocyanates, de sulfates, de thiosulfates, de perchlorates, de silice, d'aluminium, et/ou parmi les acides carboxyliques et hydrocarboxyliques et leurs sels, les alcanolamines, les composés insolubles silicatés tels les fumées de silices, cendres volantes ou pouzzolanes naturelles, les ammonium quaternaires silicatés, les composés minéraux finement divisés tels les gels de silice ou les carbonates de calcium et/ou de magnésium finement divisés, et leurs mélanges; cet accélérateur de prise complémentaire (e) étant de préférence choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par parmi les chlorures et leurs sels de sodium ou calcium ; les carbonates et leurs sels de sodium ou lithium, les sulfates et leurs sels de sodium ou de potassium, les hydroxydes et formiates de calcium et leurs mélanges ;

L'additif colorant est avantageusement choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les pigments organiques et/ ou minéraux, et plus particulièrement parmi les oxydes de fer, de titane, de chrome, d'étain, de Nickel, de Cobalt, de Zinc, d'antimoine, et/ou parmi les aluminosilicates de sodium polysulfurés, le carbone, les sulfures de cobalt, de manganèse, de zinc, et/ou parmi les pigments à haute transparence ou haute réflectance aux infra-rouges et leurs mélanges.

L'additif charge légère est avantageusement sélectionné dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par : la perlite expansée, la vermiculite expansé, les aérogels de silice, le polystyrène expansé, les cénoosphères (fillites®), les billes creuses d'alumine, les argiles expansées, les ponces, les billes de verre creuses (type 3M®) ou les granulés de verre expansés (Poraver®, Liaver®), les grains de mousse de silicate, la rhyolithe (Noblite®).

L'additif hydrofugeant est avantageusement choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les agents fluorés, silanisés, siliconés, siloxanés, les sels métalliques d'acides gras et leurs mélanges, de préférence parmi les sels de sodium, potassium et/ou magnésium des acides oléique et/ou stéarique et leurs mélanges.

- L'additif fibres comprend de préférence des fibres minérales, animales, végétales et synthétiques, plus particulièrement choisies dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les fibres de polyamide, de polyacrylonitrile, de polyacrylate, de cellulose, de polypropylène, d'alcool polyvinylique, de verre, métalliques, de lin, de polycarbonate, de sisal, de jute, de chanvre et des mélanges de ces fibres.
- 5 L'additif anti-mousse est de préférence choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les polyols de polyéther, les molécules hydrocarbonées, les molécules siliconés, esters hydrophobes, les tensioactifs non ioniques, les polyoxiranes, et leurs mélanges.
- L'additif agent rhéologique est de préférence choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore
- 10 constitué par les agents épaississants, les agents fluidifiants (minéraux et/ou organiques) et leurs mélanges, et préférentiellement dans le sous-groupe comprenant ou mieux encore constitué par les polysaccharides et leurs dérivés, les alcools polyvinyliques, les épaississants minéraux, les polyacrylamides linéaires, les polynaphtalènes sulfonates, les polyméamines sulfonates, les polycarboxylates éthers, polycarboxylates esters et leurs mélanges.
- 15 L'additif surfactant est anionique, non ionique ou amphotère.
- Les sources de surfactants anioniques sont par exemple, des alkyl sulfates, des alkyl ether sulfates, alkaryl sulfonates, des alkylsuccinates, alkylsulpho succinates, des alkoyl sarcosinates, des alkyl phosphates, des alkylether phosphates, des alkylether carboxylates, et/ou des alpha oléfine sulfonates, préférentiellement le lauryl sulfate de sodium.
- 20 Les surfactants non ioniques sont par exemple des alcools gras ethoxylés, des mono ou di alkyl alkanolamides, et/ou des alkyl polyglucosides.
- Les surfactants amphotériques sont par exemple des alkyl amine oxides, des alkyl bêtaïnes, des alkyl amido propyl bêtaïnes, des alkyl sulphobêtaïnes, des alkyl glycinates, des alkyl amphopropionates, et/ou des alkyl amidopropyl hydroxysultaïnes.
- 25 L'additif générateur de gaz in situ est avantageusement choisi parmi les adjuvants qui génèrent au contact des compositions suivant l'invention de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote, du monoxyde ou dioxyde de carbone, de l'ammoniac, du méthane. Ils peuvent être choisis parmi les adjuvants décrits dans US 7, 288,147 et en particulier dans les familles des azodicarbonamide, sodium bicarbonate, peroxydes organiques ou inorganiques, toluène-sulfonyl-hydrazide, benzène-sulfonyl
- 30 hydrazide, toluène-sulfonyl-acétone hydrazone, toluène-sulfonyl-semicarbazide, phényltétrazole, borohydrure de sodium, dinitroso-pentaméthylènetétramine.
- L'additif ignifugeant est avantageusement choisi dans le groupe comprenant ou mieux encore constitué par les agents retardateurs de flammes ayant des actions chimiques et/ou physiques, les retardateurs de flamme halogénés, les retardateurs de flamme phosphorés, les retardateurs de
- 35 flamme azotés, les systèmes intumescents, les retardateurs de flamme minéraux, les hydroxydes métalliques, les composés de zinc, les borates, les oxydes d'antimoine, les nanocomposites basés sur les argiles à base de silicates d'aluminium, et leurs mélanges ; de préférence dans le sous-groupe comprenant ou mieux encore constitué par le TétrachlorobisphénolA (TBBPA), les chloroparaffines, les phosphates organiques, le phosphore rouge, les phosphonates, les

phosphinates, la mélamine, ses sels et homologues, les hydroxydes d'aluminium ou de magnésium, les hydroxystannates de zinc, le borate de zinc, et leurs mélanges.

[0054] *SYSTEME D'ACTIVATION*

L'invention concerne également un système d'activation CDEF pour liant AB.

5 **[0055]** *FORMULATION HUMIDE*

L'invention concerne également une formulation humide obtenue à partir de la composition sèche définie ci-dessus gâchée avec de l'eau, de préférence selon un taux de gâchage compris entre 10 et 35 %, de préférence entre 15 et 30 %.

[0056] *PROCEDE DE PREPARATION D'UNE FORMULATION HUMIDE*

10 L'invention concerne également un procédé de préparation de la formulation humide susvisée.

[0057] *UTILISATION D'UN SYSTEME D'ACTIVATION*

L'invention concerne également l'utilisation d'un système d'activation CDEF pour liant AB.

[0058] *PRODUITS DURCIS POUR LE BATIMENT*

L'invention vise également les produits durcis pour le bâtiment obtenus à partir de la formulation
15 humide susvisée et/ou celle obtenue par le procédé défini infra, à savoir notamment les produits durcis suivants : produits obtenus sur chantier par durcissement des formulations humides résultant du gâchage des compositions suivant l'invention, e.g. : mortiers colles, joints, enduits de ragréage, enduits de lissage ; chapes, chapes allégées pour sols chauffant ; revêtements extérieurs de type Revêtements Minéraux Epais (RME) ou Minces (RMM) et les peintures minérales ; composants des
20 systèmes d'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) incluant la colle pour isolant, le sous enduit servant à fixer le treillis et l'enduit extérieur de finition ; colles à carrelage ; joints de carrelage ; enduits de jointement ; enduits intérieurs et extérieurs, par exemple les enduits monocouches ; matériau isolant pour l'extérieur ou l'intérieur des bâtiments ; mortiers ou bétons de remplissage ; mortier de calage et de scellement, mortiers de réparation pour bétons, mortiers résistants au gel
25 dégel, système d'imperméabilisation des bétons, membranes d'étanchéité ; coulis d'injection, coulis allégés pour la cimentation des puits de pétrole ; mortiers ou Bétons allégés destinés à être mis en place par projection ou coulage dans des parois creuses ou dans des coffrages perdus pour la réalisation de bâtiments neufs ou la rénovation de bâtiments anciens ; produits préfabriqués en milieu industriel par durcissement des formulations humides résultant du gâchage des compositions
30 suivant l'invention e.g. : panneaux préfabriqués allégés destinés au montage des bâtiments (éléments porteurs pour la structure ou panneaux d'isolation) ; blocs bétons allégés destinés à être utilisés comme éléments de structure ou d'isolation ou de parement ; éléments préfabriqués, tels que rebords de fenêtre, cornières, moulures etc.

[0059] *Ouvrages de bâtiment ou de génie civil*

35 L'invention concerne aussi des ouvrages de bâtiment ou de génie civil réalisé au moins en partie avec une formulation humide, cette formulation durcissant après son application et sa mise en forme, ou à partir des produits de bâtiments durcis.

[0060] PROCÉDES

L'invention concerne également les procédés de préparation de la composition sèche susvisée, le procédé d'application de la formulation humide ci-dessus définie sur une surface de bâtiment ou le procédé de fabrication de produits durcis pour le bâtiment, d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil au moyen de la formulation humide selon l'invention.

[0061] EXEMPLES

Exemples 1 à 3

Le tableau 1 ci-dessous donne les formules de 3 compositions de mortiers colles C2S, C2S2, C2F, selon les exemples 1, 2 et 3

10 [0062] I MATERIAUX MIS EN ŒUVRE

Liant A laitier de haut fourneau granulé et broyé : laitier moulu d'Ecocem®

Composant B : ciment d'aluminates de calcium TERNAL® RG de Imerys® Aluminates

- $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 - 12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

Composant C : source d'ions sulfate CaSO_4 « SULFACAL AH MICRO AF », anhydrite micronisée de SMA FAULQUEMONT 57

Composant D : Tradical® H90 de LHOIST (Précy sur Oise/ U59)

Composant H :

1) carbonate de calcium BL200 naturel commercialisé par la société Omya

2) Sable lavé séché Réf. : PE2LS – FULCHIRON

20 Composant I : polymère redispersible à base d'un copolymère acétate de vinyle/chlorure de vinyle/éthylène ayant une température minimale de formation de films de 5° C.

Composant J : Hydroxyéthylméthylcellulose (HEMC) de MW 40000 ou éther de fécule prégelatinisé 500-1500 mPa.s OPAGEL CMT d'AVEBE®

Composant E : carbonate de lithium de RODACHEM BV

25 Composant F : réactif d'alcalinisation NaHCO_3 de BRENNTAG SA

Retardateur K : acide tartrique de Ets FAURE ET FILS , citrate trisodique de BRENNTAG SA, gluconates de sodium de UNIVAR , acide citrique de UNIVAR.

[0063] II. TESTS:

La norme servant au test de détermination des résistances en flexion et compression est la NF EN 196-1.

III. PREPARATION DES MORTIERS :

Mode opératoire

Préparation des mélanges secs « Dry Mix » :

Les matières premières en poudre sont pesées indépendamment en suivant les formulations. Les matières premières sont alors mélangées dans un mélangeur poudre de type « GUEDU » durant 3 minutes.

Gâchage des « Dry Mix »

Les mortiers sec obtenus sont gâchés avec l'eau nécessaire afin d'obtenir une pâte homogène, dans un mélangeur planétaire de type « PERRIER », pendant une minute et trente secondes.

[0064] TABLEAU 1

		C ₂ S ₁	C ₂ S ₂	C ₂ F
		Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
MP	Nature	%	%	%
Laitier ECOCEM FOS	Liant A (laitier de haut fourneau granulé et broyé)	22.5	29.5	27
Ternal RG (Imerys Aluminates)	B : ciment d'aluminate de calcium	2.5	2.5	7
ANHYDRITE MICRONISEE	C : Source d'ions sulfate CaSO ₄	4	4	7
TRADICAL H90 (Précy sur Oise / U59)	D : Ca(OH) ₂ CL90	0.9	0.9	0.9
BL200EN	H : granulats / charge CaCO ₃	2.5	0	0
PE2LS	H : granulats / charge sable de silice 0.1 – 0.4 mm	64.1	57.22	55.01
Polymère Redispersible	I : copolymère d'acétate de vinyle, de chlorure de vinyle et d'éthylène ayant une température minimale de formulation de film de 5 °C	2.5	5	2
Epaississant J1	J1 : Hydroxyéthylméthyl cellulose HEMC 35000-45000 mPas	0.25	0.25	0.25
Epaississant J2	J2 : éther de fécule prégélatinisé 500-1500 mPas	0.1	0	0
Lithium Carbonate	E : Li ₂ CO ₃	0.1	0.1	0.1
Sodium Bicarbonate	F : Réactif d'alcalinisation NaHCO ₃	0.4	0.4	0.4
	K : mélange de retardateurs	0.15	0.13	0.34
	EMPREINTE CO ₂ (kg/t)	182	256	189

[0065] IV. RESULTATS**[0066]** Tableau 2

	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
Demande en eau (%)	22	23.5	24.5
Viscosité (Pa s)	330	290	310
Adhésion (MPa) 6 heures	-	-	0.55
Adhésion (MPa) 24 heures à 20°C	0.48	0.51	0.75
Adhésion (MPa) 24 heures à 5°C	0.30	-	0.48
Adhésion (MPa) 28 jours	1.41	1.45	1.66
Adhésion humide (MPa) 28 jours	1.60	1.91	1.28
Adhésion (MPa) à la chaleur 28 jours	1.46	1.63	1.71
Adhésion (MPa) temps ouvert 30 minutes	0.89	1.11	1.19
Déformabilité mm/m	2.64	5.12	NC
Transfert % 10 mm	100	100	100
Transfert % 15 mm	100	100	90
Transfert % 20 mm	80	95	90
Transfert % 25 mm	70	90	90
Transfert % 30 mm	40	45	80

[0067] V. Commentaires :

- 5 le liant, le système d'activation et les mortiers, en particulier les mortiers collent, selon l'invention (à base de laitier de haut fourneau granulé broyé à basse empreinte carbone) sont économiques, présentent un bon temps ouvert et un bon transfert, un temps de prise satisfaisant à 5 et 20° C, une bonne déformabilité avec des taux bas en polymère redispersible, une absence d'étiquetage corrosif «Xi» sur les sacs de mortier sec.
- 10 Les formulations humides selon invention présentent également une bonne maniabilité ce qui facilite la mise en oeuvre.

[0068] EXEMPLES 4 A 8

[0069] Les tableaux 3 & 4 ci-dessous donnent les formules et les performances de 3 compositions de mortiers-colles C2S1 et de 2 compositions de mortiers-colles C2F. Les matériaux mis en œuvre, la préparation des mortiers et les tests sont les mêmes que pour les exemples 1 à 3.

5 **[0070]** Tableau 3

		COLLE C2S1		
Composants des compositions selon l'invention :	Composants :	Exemple 4	Exemple 5	Exemple 6
		Pourcentage dans la formule du mortier		
		(%)	(%)	(%)
A	GGBS	29.5	29.5	22.5
B	CAC	2.5	2.5	2.5
C	C\$	4	4	4
D	Ca(OH) ₂	0.9	0.9	0.9
E	Li ₂ CO ₃	0	0.1	0.1
F	NaHCO ₃	0.4	0.4	0.4
		Pourcentage ramenés à 100% par rapport au liant		
		(%)	(%)	(%)
A	GGBS	79	79	74
B	CAC	7	7	8
C	C\$	11	11	13
D	Ca(OH) ₂	2.41	2.41	2.96
E	Li ₂ CO ₃	0	0.27	0.33
F	NaHCO ₃	1.07	1.07	1.32
Performance	Adhérence à l'eau (MPa)	0.53	1.91	1.17
	Rapport C/A	0.14	0.14	0.18
	Rapport C/B	1.60	1.60	1.60
	Rapport F/D	0.44	0.44	0.44

[0071] Tableau 4

		COLLE C2S1	
Composants des compositions selon l'invention :	Composants :	Exemple 7	Exemple 8
		Pourcentage dans la formule du mortier	
		(%)	(%)
A	GGBS	27	27
B	CAC	7	7
C	C\$	5.6	7
D	Ca(OH) ₂	0.9	0.9
E	Li ₂ CO ₃	0.1	0.1
F	NaHCO ₃	0.4	0.4
		Pourcentages ramenés à 100% par rapport au liant	
		(%)	(%)
A	GGBS	66	64
B	CAC	17	17
C	C\$	14	17
D	Ca(OH) ₂	2.2	2.12
E	Li ₂ CO ₃	0.24	0.24
F	NaHCO ₃	0.98	0.94
Performance	Adhérence à l'eau (MPa)	0.77	1.22
	Rapport C/A	0.21	0.26
	Rapport C/B	0.80	1.00
	Rapport F/D	0.44	0.44

[0072] EXEMPLES 9 ET 10

5 Le tableau 5 ci-dessous donne les formules et les performances de 2 compositions de chapes. La

préparation des mortiers et les tests sont les mêmes que pour les exemples 1 à 8

5

[0073] TABLEAU 5

	Composition chape	Exemple 9	Exemple 10
A	Laitier ECOCEM Dunkerque	9.5	5.4
D Ca(OH) ₂	Tradical H90 (Précy)	0.9	0.9
C CaSO ₄	Prestia Selecta	2.5	
C CaSO ₄	Sulfacal Micro AF		4.5
B CAC	Ternal RG	5.51	8.1
H sable	Parcay 1/2	9.72	9.72
H sable	MI 0.1/1.2	38.1	38.1
H sable	Filler DC8	15	15
H sable	PE2LS	16.19	16.19
I polymère	I1 : copolymère d'acétate de vinyle, de chlorure de vinyle et d'éthylène ayant une température minimale de formulation de film de 5 °C	1.7	1.7
I polymère	I2 : mélange de liquides hydrocarbonés et de polyglycols sur un support inerte ayant une densité apparente de 330 g/l	0.05	0.05
I polymère	I3 : éthers polycarboxyliques modifiés de masse volumique comprise entre 300 et 600 kg/m ³	0.15	0.15
E	Carbonate de lithium	0.1	0.1
K Retardateur	K1	0.1	0.3
J épaississant	J : biopolymère gomme	0.12	0.12
F réactif alcalinisation	Bicarbonate de sodium (pharm. Gr 13/27)	0.4	0.4
Taux de gachage (%)		17	17
Ecoulement initial (sec)		15	18

Etalement (mm)	133	125
	/	125
	/	128
Sédimentation	non	non
Tps de figeage	12	40
DP	35	57
FP	55	75
Résistance en Flexion 24 h (MPa)	3.4	5.24
Résistance en Compression 24 h (MPa)	8.4	11.5
Résistance en Flexion 28 j (MPa)	/	/
Résistance en Compression 28 j (MPa)	14.72	20.76

[0074] EXEMPLES 11 A 12

Le tableau 6 ci-dessous donne les formules et les performances de 2 compositions de mortiers-colles. La préparation des mortiers et les tests sont les mêmes que pour les exemples 1 à 10

5

[0075] TABLEAU 6

Composants des compositions selon l'invention :	Composants :	COLLE C2S1	
		Exemple 11	Exemple 12
		Pourcentage dans la formule du mortier	
		(%)	(%)
A	GGBS	22.5	22.5
B	CAC	2.5	2.5
C	C\$	4	6
D	Ca(OH) ₂	0.9	0.9
D	Ciment Portland	2	0
E	Li ₂ CO ₃	0.1	0.1
F	NaHCO ₃	0.4	0.4

		Pourcentages ramenés à 100% par rapport au liant	
		(%)	(%)
A	GGBS	69.4	69.4
B	CAC	7.7	7.7
C	C\$	12.3	18.5
D	Ca(OH) ₂	2.8	2.8
D	Ciment Portland	6.2	0
E	Li ₂ CO ₃	0.3	0.3
F	NaHCO ₃	1.2	1.2
Performance	Adhérence à l'eau (MPa)	0.75	0.76
	Rapport C/A	0.18	0.27
	Rapport C/B	1.6	2.4
	Rapport F/D	0.13	0.43