



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

1022191 B1

Date de délivrance : 25/02/2016

BREVET D'INVENTION

Date de priorité : 04/06/2013

Classification internationale : C04B 28/02, C04B 111/40

Numéro de dépôt : 2014/0396

Date de dépôt : 26/05/2014

Titulaire :

ITALCEMENTI S.P.A.
24121, BERGAMO
Italie

Inventeur :

SHINK Mélanie
F-78000 Versailles (F)
France

Herve Stephen
F-93140 Bondy (F)
France

MATRICE CIMENTAIRE POUR COULIS, MORTIER OU BETON LEGER, COMPOSITIONS CIMENTAIRES INCLUANT UNE TELLE MATRICE ET LEURS UTILISATIONS POUR DES MORTIERS OU BETONS LEGERS STRUCTURELS

Matrice cimentaire comprenant, à l'état frais, un ciment de finesse Blaine inférieure à 6000 cm²/g, au moins une addition pouzzolanique, de l'eau efficace, caractérisée en ce qu'elle présente un rapport Eeff/L compris entre environ 0,4 et 0,7, notamment compris entre 0,45 et 10 0,65, préférentiellement compris entre 0,5 et 0,6 et un rapport Add/L compris entre 0,40 et 0,70, notamment compris entre 0,50 et 0,70, préférentiellement compris entre 0,55 et 0,65, où Eeff représente le volume en litres d'eau efficace mise en œuvre dans la matrice cimentaire, Add représente la masse, en kg, d'addition pouzzolanique contenue dans ladite matrice, et L représente la masse totale, en kg, de ciment et d'addition pouzzolanique contenus dans ladite 15 matrice. L'invention concerne également les compositions de coulis, de mortier et de béton réalisées à partir de ladite matrice cimentaire et leurs utilisations pour des mortiers ou bétons légers structurels.

**MATRICE CIMENTAIRE POUR COULIS, MORTIER OU BETON LEGER, COMPOSITIONS
CIMENTAIRES INCLUANT UNE TELLE MATRICE ET LEURS UTILISATIONS POUR DES
MORTIERS OU BETONS LEGERES STRUCTURELS**

5 La présente invention concerne le domaine des matrices cimentaires, et plus particulièrement les matrices cimentaires destinées à la réalisation de compositions de coulis, de mortiers et de bétons légers, ainsi que leurs utilisations en tant que mortier ou béton auto-plaçant et /ou en tant que mortier ou béton structurel:

Depuis plusieurs années, pour une meilleure isolation des bâtiments, on cherche à réaliser des
10 bétons ou mortiers à faible conductivité thermique. Cependant cette amélioration des propriétés thermiques du matériau ne doit pas se faire au détriment de leur résistance mécanique.

L'homme du métier connaît du brevet européen EP2203400 des compositions de béton renfermant des adjuvants entraîneurs d'air (une teneur en air importante permettant d'augmenter les performances thermiques isolantes) et renfermant des granulats légers, tels que des pierres
15 ponces, des argiles ou des schistes expansés présentant une grande porosité qui confère au matériau un caractère isolant.

La demande de brevet français FR 2 983 472 décrit des compositions de bétons ou mortiers légers structurels reposant sur une combinaison de granulats légers avec une matrice cimentaire renfermant une teneur importante en eau efficace. En effet, il a été constaté qu'une teneur
20 importante en eau efficace permet de diminuer la masse volumique de la matrice cimentaire et conséquemment sa rigidité, et contribue également à réduire la différence de rigidité entre la matrice et les granulats légers. Ainsi est obtenu un béton plus homogène élastiquement, pouvant présenter une résistance à la compression supérieure à 25 MPa à 28 jours.

25 Une valeur de résistance à la compression supérieure à 25 MPa à 28 jours correspond, traditionnellement, à un béton dénommé béton de structure, ou encore béton structurel.

Cependant, ces compositions ne s'intéressent pas aux performances thermiques de la matrice cimentaire.

30 La présente invention a pour but de proposer une matrice cimentaire présentant intrinsèquement des propriétés de légèreté, c'est-à-dire une faible masse volumique, et des propriétés d'isolation thermique, permettant d'obtenir soit un coulis présentant, à l'état sec, une faible conductivité thermique, soit un mortier léger, soit un béton léger, ledit mortier ou ledit béton présentant une masse volumique, à l'état sec, inférieure à 1500 kg/m³ et une faible conductivité thermique. Par
35 faible conductivité thermique, on entend ici une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K environ.

Par matrice cimentaire on entend un mélange à base de liant (ciment et additions pouzzolaniques) d'eau et éventuellement d'adjuvants, c'est-à-dire sans granulats, plus
40 particulièrement sans fillers, ni granulats fins, ni granulats grossiers.

Un autre but de l'invention est de proposer une matrice cimentaire permettant de réaliser une composition de béton ou de mortier léger pouvant être utilisée respectivement comme béton ou mortier auto-plaçant, c'est-à-dire présentant une consistance très fluide.

5

Un autre but de l'invention est de proposer une matrice cimentaire permettant de réaliser une composition de béton ou de mortier structural.

A cet effet, la présente invention concerne une matrice cimentaire comprenant, à l'état frais, un
10 ciment de finesse Blaine inférieure à 6000 cm²/g, au moins une addition pouzzolanique et de l'eau efficace, caractérisée en ce qu'elle présente :

un rapport E_{eff}/L compris entre environ 0,4 et 0,7, notamment compris entre 0,45 et 0,65, préférentiellement compris entre 0,5 et 0,6

et un rapport Add/L compris entre 0,40 et 0,70, notamment compris entre 0,50 et 0,70,
15 préférentiellement compris entre 0,55 et 0,65,

le rapport Add/L étant compris entre 0,60 et 0,70 lorsque l'addition pouzzolanique comprend un laitier de haut fourneau,

où E_{eff} représente le volume en litres d'eau efficace mise en œuvre dans la matrice cimentaire, Add représente la masse, en kg, d'addition pouzzolanique contenue dans ladite matrice, et L
20 représente la masse totale, en kg, de ciment et d'addition pouzzolanique contenus dans ladite matrice.

Par "eau efficace" on désigne l'eau interne située entre les grains du squelette solide formé par le ciment et les additions pour une matrice cimentaire, et par le ciment, les additions et les
25 granulats d'une composition de coulis, mortier ou béton. L'eau efficace représente donc l'eau nécessaire pour l'hydratation du liant et l'obtention de la consistance. C'est l'eau totale ajoutée aux constituants solides de la matrice cimentaire ou de la composition de coulis, béton ou mortier, de laquelle on soustrait l'eau absorbée par les granulats. L'absorption d'eau des granulats est déterminée par un test d'immersion pendant 24 heures d'un granulats initialement
30 sec.

Par "addition pouzzolanique" on désigne un matériau, minéral ou d'origine organique, de taille inférieure à 100 µm, présentant une activité pouzzolanique. Les additions pouzzolaniques minérales peuvent être choisies dans la liste comprenant : les cendres volantes, les laitiers de
35 hauts fourneaux, les fumées de silice, les métakaolins, les zéolithes ou une combinaison de ceux-ci.

Par "addition pouzzolanique d'origine organique" on désigne une addition qui provient de l'incinération de matières organiques, généralement des déchets provenant de la biomasse, et
40 qui présente une teneur en silice supérieure à 80%, de préférence supérieure à 90%, une masse

volumique inférieure à $2,5 \text{ g/cm}^3$, de préférence inférieure à $2,25 \text{ g/cm}^3$ et une taille inférieure à $50 \text{ }\mu\text{m}$, de préférence inférieure à $25 \text{ }\mu\text{m}$. Une telle addition pouzzolanique d'origine organique peut être notamment choisie dans la liste comprenant : les cendres de balle de riz, les cendres de paille de riz, ou être une combinaison de ceux-ci.

5

La conductivité thermique d'une matrice cimentaire varie généralement de manière proportionnelle à sa masse volumique. Plus la matrice cimentaire est poreuse et plus sa masse volumique à l'état frais, et également à l'état durci après prise et séchage, diminue. Les porosités sont à l'origine de la faible masse volumique de la matrice cimentaire sèche et de ses propriétés thermiques isolantes.

10

La présente invention peut ainsi être considérée comme une amélioration des techniques précédentes. Par une sélection des constituants de la matrice cimentaire, et de leurs proportions relatives, et notamment des rapports E_{eff}/L et Add/L tels que définis ci-dessus, le demandeur a constaté qu'il est possible d'améliorer les propriétés thermiques isolantes des matériaux cimentaires tout en conservant leur résistance mécanique.

15

Par "améliorer les propriétés isolantes" on entend une matrice cimentaire dont la conductivité thermique est inférieure à $0,6 \text{ W/m.K}$, notamment inférieure à $0,55 \text{ W/m.K}$, préférentiellement inférieure à $0,5 \text{ W/m.K}$, encore préférentiellement inférieure à $0,45 \text{ W/m.K}$.

20

Par "conserver la résistance mécanique" on entend une matrice cimentaire dont la résistance à la compression, à l'état sec, est d'au moins 20 MPa après 28 jours, de préférence d'au moins 25 MPa après 28 jours et de préférence encore 30 MPa après 28 jours.

25

Par "ciment" on désigne un ciment à base de clinker Portland, tel que les ciments CEM I, II, III, IV, et V, notamment un ciment CEM I ou II, préférentiellement un ciment CEM I.

Avantageusement la masse de clinker Portland totale est au moins supérieure à 150 kg par m^3 de ladite matrice cimentaire, notamment au moins supérieure à 200 kg par m^3 , préférentiellement au moins supérieure à 250 kg par m^3 , encore préférentiellement au moins supérieure à 280 kg par m^3 .

30

La finesse Blaine, ou surface spécifique Blaine, du ciment est déterminée suivant la méthode de perméabilité à l'air conformément à la norme NF EN 196-6. Plus la finesse Blaine est élevée, plus le ciment est réactif, cependant un ciment d'une très grande finesse implique un surcoût (consommation d'énergie, temps de broyage) qui n'est pas souhaitable dans le cadre de la présente invention.

35

Le ciment mis en œuvre dans la présente matrice cimentaire présente avantageusement une finesse Blaine inférieure à $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$, de préférence inférieure à $4500 \text{ cm}^2/\text{g}$.

40

Selon une première variante de l'invention, l'addition pouzzolanique au sens de la présente invention peut être une combinaison d'une ou plusieurs additions minérales et d'une ou plusieurs additions d'origine organique.

5

Dans le cas d'une telle combinaison d'additions, les additions minérales représentent environ 50 à 95%, de préférence 75 à 95%, de la masse totale de l'addition pouzzolanique (minérales et d'origine organique).

- 10 Selon une deuxième variante de l'invention, l'addition pouzzolanique au sens de la présente invention est entièrement constituée d'une ou plusieurs additions minérales.

Avantageusement l'addition pouzzolanique minérale est choisie parmi les cendres volantes, les fumées de silice, les zéolithes, du métakaolin, et une combinaison de plusieurs de ces additions,

- 15 notamment parmi les combinaisons de cendres volantes et de fumées de silice, de cendres volantes et de zéolithes, de laitier de haut fourneau et de cendres volantes, de métakaolin et de laitier de haut fourneau, de métakaolin et de cendres volantes, de métakaolin et de fumées de silice, de métakaolin et de zéolithes, de laitier de haut fourneau et de fumées de silice.

- 20 Très avantageusement l'addition pouzzolanique minérale est une combinaison de cendres volantes et de fumées de silice, et le rapport massique de cendres volantes sur fumée de silice est inférieur à 10, notamment inférieur à 5, préférentiellement inférieur à 4.

- Très avantageusement encore, l'addition pouzzolanique minérale est un laitier de haut fourneau
25 ou une combinaison de laitier de haut fourneau et de cendres volantes ou une combinaison de métakaolin et de laitier de haut fourneau. Dans ce cas, lorsque l'addition pouzzolanique comprend un laitier de haut fourneau, le rapport Add/L est compris entre 0,60 et 0,70.

- Selon une troisième variante de l'invention, l'addition pouzzolanique au sens de la présente
30 invention est entièrement constituée d'une ou plusieurs additions d'origines organiques.

- Avantageusement la masse de ladite addition pouzzolanique est au moins supérieure à 60 kg par m³ de ladite matrice cimentaire, notamment au moins supérieure à 80 kg par m³, préférentiellement au moins supérieure à 100 kg par m³, encore préférentiellement au moins
35 supérieure à 120 kg par m³.

Avantageusement, la matrice cimentaire selon la présente invention comprend au moins un agent viscosant.

- 40 Par "agent viscosant" on désigne un composé permettant d'augmenter la viscosité d'une matrice

5 cimentaire à l'état frais. Avantageusement l'agent viscosant est choisi parmi les éthers de cellulose notamment les polysaccharides, les hydroxyalkylcelluloses, les hydroxyéthylcelluloses, la méthylcellulose, la carboxyméthylcellulose, l'hydroxyéthylcellulose, l'éthylhydroxyéthylcellulose, les poly(oxydes d'éthylène), les alcools polyvinyliques, les polyamides, ou un mélange de ceux-ci.

Avantageusement l'agent viscosant est une hydroxyalkylcellulose, de préférence une hydroxyéthylcellulose, non modifiée hydrophobe, préférentiellement l'agent viscosant est une formulation comprenant de l'hydroxyéthylcellulose, de l'attapulgite et un filler siliceux dans une solution aqueuse de K_2CO_3 .

Particulièrement la proportion d'agent viscosant représente entre 0,05 et 3,0 % de la masse totale du ciment et des additions, particulièrement entre 0,3 et 2,0 % de la masse totale du ciment et des additions, préférentiellement entre 0,3 et 1,0 % de la masse totale du ciment et des additions.

Préférentiellement la matrice cimentaire selon la présente invention ne comprend pas d'entraîneur d'air, d'agent moussant, ou autre composé tensio-actif ayant pour effet d'entraîner de l'air dans la matrice à l'état frais, ou de métaux susceptibles de réagir avec l'eau pour former des bulles de gaz (par exemple de l'aluminium).

Il est néanmoins important de noter que tout béton ou mortier, de part le simple malaxage de la gâchée, contient de faibles proportions d'air entraîné, généralement inférieures à 5% en volume.

25 Par "superplastifiant" on désigne un composé permettant d'augmenter la fluidité d'une matrice cimentaire, d'un coulis, d'un mortier ou d'un béton, à l'état frais, sans avoir besoin d'accroître le volume d'eau. Les superplastifiants agissent généralement par défloculation des particules de liant.

30 Selon une première variante, la matrice cimentaire selon la présente invention ne contient pas d'agent superplastifiant.

Selon une seconde variante, la matrice cimentaire selon la présente invention renferme un agent superplastifiant. Dans ce cas, l'agent superplastifiant peut être choisi parmi les polynaphtalènes sulfonates, les polyméamines sulfonates, les lignosulfonates et les polycarboxylates, 35 préférentiellement un dérivé de polycarboxylate avec des chaînes latérales polyoxyde d'éthylène.

Avantageusement la teneur en superplastifiant est inférieure à 2,5 % en poids du ciment, de préférence comprise entre 0,3 % et 2,5 % en poids du ciment, de préférence encore comprise 40 entre 0,3 et 1 % en poids du ciment.

Avantageusement la matrice cimentaire selon la présente invention présente une masse volumique réelle à l'état frais comprise entre 1300 et 2000 kg/m³, notamment entre 1400 et 1900 kg/m³ préférentiellement entre 1500 et 1800 kg/m³.

5

Par "état frais" on désigne le moment où la matrice cimentaire, ou la composition cimentaire renfermant la matrice cimentaire selon l'invention, tel qu'un coulis, un mortier ou un béton, contient tous ses composants finaux, vient d'être mélangée, mais n'a pas encore commencée à faire prise.

10

Avantageusement, la matrice cimentaire selon la présente invention, c'est-à-dire sans fillers, ni granulats fins, ni granulats grossiers, présente une masse volumique à l'état sec inférieure à 1500 kg/m³, notamment inférieure à 1450 kg/m³, préférentiellement inférieure à 1400 kg/m³.

15 Par "état sec" on désigne le moment où la masse de l'échantillon ne varie presque plus après passage dans une étuve à environ 105°C. Dans ce cas, par "presque plus" on entend une variation maximale de l'ordre de 0,05%.

Les coulis, mortiers et bétons diffèrent les uns des autres par la taille des granulats incorporés à
20 la matrice cimentaire.

Il résulte des propriétés de la matrice cimentaire selon l'invention qu'une composition cimentaire renfermant ladite matrice cimentaire, sous la forme d'un coulis, un mortier ou un béton, présente une masse volumique réelle à l'état sec comprise entre 1000 et 1800 kg/m³, notamment entre
25 1100 et 1700 kg/m³ préférentiellement entre 1200 et 1600 kg/m³.

Par "granulats fins" on désigne des granulats dont la taille des particules est supérieure ou égale à 150 µm et inférieure ou égale à 4 mm.

30 Par "granulats grossiers" on désigne des granulats dont la taille des particules est supérieure à 4 mm, particulièrement la taille des granulats grossiers peut être inférieure ou égal à 20 mm.

Par "filler" on désigne des granulats n'ayant pas de propriétés pouzzolaniques et dont la taille des particules est supérieure à 0 µm, notamment supérieure à 1 µm, et est inférieure à 150 µm.

35

La présente invention concerne également une composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire telle que définie ci-dessus et des fillers dont la taille des particules est comprise entre 0 et 0,15 mm. Une telle composition cimentaire, lorsqu'elle ne renferme pas de granulats fins ni de granulats grossiers et uniquement des fillers est qualifiée de

40 "coulis".

La présente invention concerne également une composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire telle que définie ci-dessus, des granulats fins dont la taille des particules est comprise entre 0,15 mm et 4 mm, éventuellement des fillers, et ne renferme pas de granulats grossiers. Une telle composition est appelée "mortier". De préférence dans cette composition de mortier, la masse des granulats fins est au moins supérieure à 250 kg par m³ de ladite composition, notamment au moins supérieure à 300 kg par m³, préférentiellement au moins supérieure à 350 kg par m³, encore préférentiellement au moins supérieure à 375 kg par m³.

10

La présente invention concerne également une composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire telle que définie ci-dessus, des granulats fins dont la taille des particules est comprise entre 0,15 mm et 4 mm et des granulats grossiers dont la taille des particules est supérieure à 4 mm, et éventuellement des fillers. Une telle composition est qualifiée de "béton". De préférence dans cette composition de béton la masse totale des granulats fins et grossiers est au moins supérieure à 550 kg par m³ de ladite composition, notamment au moins supérieure à 600 kg par m³, préférentiellement au moins supérieure à 650 kg par m³, encore préférentiellement au moins supérieure à 675 kg par m³.

Avantageusement le volume minimal d'eau efficace est d'au moins 180 litres par m³ de composition cimentaire, notamment au moins 200 litres, préférentiellement au moins 220 litres, encore préférentiellement au moins 240 litres.

Préférentiellement lesdits granulats fins et/ou lesdits granulats grossiers sont au moins en partie composés de granulats légers.

De préférence encore, dans le cas d'un mortier, la totalité des granulats fins, est constituée de granulats légers.

De préférence encore, dans le cas d'un béton, la totalité des granulats fins et/ou grossiers est constituée de granulats légers.

Par "granulats légers" on désigne des particules minérales d'origine naturelle ou artificielle, choisies parmi les pierres ponce, les argiles expansées, les schistes expansés, des laitiers expansés, ou expansés bouletés, les verres expansés, les granulats expansés à base de marbre, granite, ardoise ou de céramique, ou un mélange de plusieurs de celles-ci.

Les granulats légers mis en œuvre dans les compositions cimentaires selon la présente invention présentent avantageusement une masse volumique réelle à l'état sec comprise entre 1000 kg/m³ et 1600 kg/m³.

Particulièrement les granulats fins et légers sont des argiles ou des schistes expansés de masse volumique réelle à l'état sec comprise entre 1000 kg/m^3 et 1400 kg/m^3 .

- 5 Encore particulièrement les granulats grossiers légers sont des gravillons d'argile ou de schiste expansé de masse volumique réelle à l'état sec comprise entre 1000 et 1400 kg/m^3 , notamment d'un diamètre maximal inférieur à 14 mm et d'une résistance à l'écrasement au moins supérieure à 4 N/mm^2 , de préférence supérieure à 6 N/mm^2 , de préférence encore supérieure à 8 N/mm^2 .
- 10 La masse volumique réelle des particules légères à l'état sec (norme NF EN 13055-1 de décembre 2002 (Granulats Légers) qui renvoie pour la méthode de calcul à la norme EN 1097-6 de juin 2001 (Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats)) est préférablement inférieure à 1600 kg/m^3 afin d'obtenir un béton ou un mortier léger structural et isolant. Il existe des particules légères ayant une masse volumique comprise entre
- 15 1600 et 2000 kg/m^3 , mais elles ne permettent pas d'alléger suffisamment le béton ou le mortier obtenu pour développer les propriétés isolantes qui sont recherchées. Les particules dont la masse volumique est inférieure à 800 kg/m^3 sont trop peu résistantes (elles s'écrasent facilement) pour obtenir un béton structural de résistance à la compression minimale de 25 MPa . Les particules dont la masse volumique est supérieure à 2000 kg/m^3 sont des particules utilisées
- 20 dans des bétons classiques, trop lourdes pour être utilisées majoritairement dans un béton léger.

Préférentiellement les granulats légers, fins et/ou grossiers, sont traités à l'aide d'un composé hydrophobe tel qu'une résine pure ou sous la forme d'une émulsion, ou tel qu'un gel organique ou inorganique, afin de diminuer l'absorption d'eau et l'hydrophobicité desdits granulats.

- 25
- Avantageusement, la masse totale des granulats fins et/ou grossiers est au moins supérieure à 550 kg par m^3 de ladite composition cimentaire, notamment au moins supérieure à 600 kg par m^3 , préférentiellement au moins supérieure à 650 kg par m^3 , encore préférentiellement au moins supérieure à 675 kg par m^3 .

- 30
- La présente invention concerne également l'utilisation d'une composition cimentaire telle que décrite précédemment, pour la mise en œuvre d'un coulis isolant, qui, à l'état sec, est caractérisé par une conductivité thermique inférieure à $0,6 \text{ W/m.K}$, notamment inférieure à $0,55 \text{ W/m.K}$, préférentiellement inférieure à $0,5 \text{ W/m.K}$, encore préférentiellement inférieure à $0,45 \text{ W/m.K}$.

- 35
- La composition cimentaire selon la présente invention peut être avantageusement utilisée pour la mise en œuvre d'un coulis isolant, fluide. Par coulis "fluide" on désigne un coulis ayant une valeur d'écoulement au cône de Marsh inférieure à 30 secondes (norme française P18-358).

- 40 Plus particulièrement, la composition cimentaire selon la présente invention peut être utilisée

pour la mise en œuvre d'un coulis isolant, visqueux ayant une valeur d'écoulement au cône de Marsh entre 30 et 60 secondes.

Dans un autre mode de réalisation particulier, la présente invention concerne également
5 l'utilisation d'une composition cimentaire telle que décrite précédemment, pour la mise en œuvre d'un mortier isolant, qui, durci, à l'état sec, est caractérisé par une résistance à la compression d'au moins 20 MPa après 28 jours, de préférence d'au moins 25MPa après 28 jours et de préférence encore d'au moins 30 MPa après 28 jours, et une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K, notamment inférieure à 0,55 W/m.K, préférentiellement inférieure à 0,5 W/m.K,
10 encore préférentiellement inférieure à 0,45 W/m.K.

La mise en œuvre d'un mortier ayant des propriétés isolantes peut être particulièrement avantageuse, notamment dans le cadre de la réalisation d'un édifice à base d'éléments constructifs par exemple des blocs bétons, notamment légers qu'ils soient creux ou pleins.

15 La composition cimentaire selon la présente invention peut avantageusement être utilisée pour la mise en œuvre d'un mortier isolant, fluide. Par mortier "fluide" on désigne un mortier dont l'étalement au mini-cône est supérieur à 300 mm. La réalisation de mortier fluide peut être particulièrement avantageuse notamment dans le cadre de la réalisation de chapes isolantes
20 pour plancher ou pour l'isolation de toiture.

Dans un autre mode de réalisation particulier, la présente invention concerne l'utilisation d'une composition cimentaire telle que décrite précédemment, pour la mise en œuvre d'un béton isolant, qui, durci, à l'état sec, est caractérisée par une résistance à la compression d'au moins
25 20 MPa après 28 jours, de préférence d'au moins 25 MPa après 28 jours et de préférence encore 30 MPa après 28 jours, et une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K, notamment inférieure à 0,55 W/m.K, préférentiellement inférieure à 0,5 W/m.K, encore préférentiellement inférieure à 0,45 W/m.K.

30 Avantageusement la composition cimentaire selon la présente invention est utilisée pour la mise en œuvre d'un mortier ou d'un béton isolant, fluide, notamment un mortier ou béton auto-plaçant. Par béton "fluide" on désigne un béton dont l'affaissement selon la norme NF EN 206-1 correspond aux classes S4 ou S5, soit un affaissement supérieur à 160 mm (S4) ou 220 mm (S5).

35 Par "autoplaçant" on désigne un béton dont l'affaissement selon la norme NF EN 206-1 correspond à la classe S5, soit un affaissement supérieur à 220 mm.

La présente invention est illustrée par les exemples ci-après, non limitatifs.

Exemples

1 Matériaux utilisés

1.1 Ciments

- 5 Les ciments utilisés proviennent de l'usine de Gaurain (France).

Deux types de ciments ont été testés :

CEM I 52,5 N (> 95% clinker Portland, traces de sulfate de calcium), Surface spécifique Blaine 4000 cm²/g.

- 10 CEM II/A-LL 42,5 R (88% clinker Portland, 12% calcaire, traces de sulfate de calcium), Surface spécifique Blaine 4100 cm²/g.

1.2 Additions pouzzolaniques

- cendre volante silico-alumineuse de type Silicoline distribuée par la société Surchiste (France) et qui provient de la centrale thermique de Carling (densité 2,27 surface spécifique Blaine 3420
15 cm²/g, teneur en SiO₂ de 56,5% et Al₂O₃ de 24,8%).

- fumée de silice densifiée de type Condensil S95 DM distribuée par la société Sika (France) (densité 2,29, surface spécifique BET 23 m²/g (selon fiche technique du produit), teneur en SiO₂ de 95,7%).

- laitier moulu produit par la société S.R.T. de Grand-Couronne, France (densité 2,91 surface
20 spécifique Blaine 4560 cm²/g, teneurs en CaO de 40,9% et Al₂O₃ de 10,2%).

- métakaolin obtenu par calcination d'une argile kaolinique, distribué par la société Argeco sous le nom commercial Argicem. Masse volumique 2500 kg/m³, surface spécifique BET 16m²/g, teneur en SiO₂ + Al₂O₃ de 93%.

25 1.3 Adjuvants

Le superplastifiant utilisé, avec pour seule exception l'échantillon 2 de l'exemple comparatif 1, est du Cimfluid Adagio 3019, commercialisé par la société Axim (Sika). Il s'agit d'un superplastifiant de type polycarboxylate.

- 30 L'agent viscosant utilisé est du Collaxim SF, commercialisé par la société Axim (Sika). Il s'agit d'un viscosant à base d'hydroxyéthylcellulose, non modifiée hydrophobe.

L'agent entraîneur d'air utilisé est du Cimpore AE 21, commercialisé par la société Axim (Sika).

- 35 Le Cimpore AE 21 contient un alcène (C14-18) de Sulfonate de sodium (n° CAS : 68439-57-6) et un cocoalkyl de N,N-bis(2-ethanol) d'alkylamide (n° CAS : 68603-42-9).

2 Méthodes

2.1 Protocole de réalisation des échantillons de matrice cimentaire

- 40 Le ciment a été gâché avec l'eau d'ajout dans un malaxeur de type boulanger (Rayneri). Le

protocole de malaxage a suivi les étapes suivantes :

- Introduction du ciment, et des additions ;
- L'eau et les adjuvants sont pré-pesés et réservés ;
- Malaxage de 30 secondes à petite vitesse (25 tr/min) ;
- 5 • Introduction de toute l'eau d'ajout incorporant l'agent viscosant (pour tout agent viscosant, le temps de rétention dans l'eau avant incorporation dans la gâchée ne doit pas dépasser 2 minutes) en 30 secondes sans arrêt du malaxeur ;
- Introduction du superplastifiant sans arrêt du malaxeur;
- Malaxage de 1 minute à petite vitesse;
- 10 • Repos de 1 minute, durant lequel on racle manuellement le fond et les parois du bol afin de casser les éventuels grumeaux et homogénéiser à nouveau le mélange ;
- Malaxage de 2 minutes à grande vitesse (50 tr/min) ;
- Vidange du malaxeur.

- 15 Toutes les éprouvettes nécessaires à la caractérisation des propriétés mécaniques du matériau à l'état durci ont été confectionnées dans des moules prismatiques 4 x 4 x 16 cm puis soumises à une cure conformément à la norme NF EN 196-1 (avril 2006).

- 20 Toutes les éprouvettes nécessaires à la caractérisation de la masse volumique sèche et de la conductivité thermique du matériau ont été confectionnées dans des moules cubiques de 10 cm d'arête puis soumises à une cure conformément à la norme NF EN 196-1 (avril 2006).

- La mise en place dans les moules peut être réalisée par gravité si les coulis ou mortier sont très fluides ou au moyen d'une table vibrante pour les coulis ou mortiers de consistance ferme.

25

2.2 Caractérisations

Les résistances à la flexion et à la compression sont mesurées selon la norme NF EN 196-1 (avril 2006).

- 30 La masse volumique à l'état frais est mesurée selon la norme NF EN 1015-6 (octobre 1999).

La teneur en air à l'état frais est mesurée selon la norme NF EN 1015-7 (octobre 1999).

- 35 L'étalement au mini-cône est mesuré selon le mode opératoire décrit dans le chapitre 5 des "Résultats et recommandations" du projet national français CALIBE (juillet 2004).

La conductivité thermique à l'état durci est mesurée sur matériau sec par la méthode du fil chaud selon un mode opératoire adapté (mesure à 20°C uniquement) de la norme NF EN 993-15 (septembre 1998).

Le séchage s'effectue en enceinte régulée à $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à ce que deux pesées successives ne diffèrent pas de plus de 0,05% entre elles.

5 3 Résultats

Toutes les quantités de matières indiquées dans la réalisation des échantillons des exemples suivant ont été calculées pour obtenir un volume de 1 m^3 de matrice cimentaire à l'état frais. Dans la pratique ces quantités ont été ramenées à un volume de 10 litres de pâte, en respectant les proportions de tous les éléments, afin d'être manipulables en laboratoire.

10

Par "liant" on désigne la somme du ciment et des additions pouzzolaniques.

Exemple 1 Comparatif (Art antérieur)

Deux échantillons comparatifs ont été réalisés avec du ciment CEM I 52,5 N et suivant des

15

Echantillon 1, correspondant à la matrice cimentaire de l'exemple 2 de la demande de brevet FR 11 61028.

Le ciment représente 69,5% (en masse) du liant et la cendre volante 30,5% (en masse) du liant.

20 238 litres d'eau efficace sont utilisés. Le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment, et l'agent viscosant représente 0,5% (en masse) par rapport au ciment.

Echantillon 2, correspondant à la matrice cimentaire de l'exemple 4 du brevet EP 2 203 400.

Le ciment représente 73% (en masse) du liant et la cendre volante 27% (en masse) du liant.

25 133 litres d'eau efficace sont utilisés. Le superplastifiant, le Glenium 27 commercialisé par la société BASF, représente 0,96% (en masse) par rapport au ciment. Le Glenium 27 est un superplastifiant non chloré, de type éther polycarboxylique modifié. Le plastifiant, le Pozzolith 391 N commercialisé par la société BASF, représente 0,32% (en masse) par rapport au ciment. Le Pozzolith 391 N est un plastifiant non chloré, de type lignosulfonate.

30

Les valeurs des rapports E_{eff}/L , Add/L et les masses des principaux constituants, pour ces deux échantillons selon l'art antérieur, sont indiqués dans le tableau 1 ci-après.

Echantillons	1	2
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,24
Addition / Liant (Add/L)	0,30	0,27
Ciment (Kg)	8,1	12,2
Cendres volantes (Kg)	3,5	4,6
Eau efficace (Litres)	5,8	4

Tableau 1

Les caractéristiques techniques, de ces deux échantillons selon l'art antérieur, sont présentées
5 dans le tableau 2.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 1	Ech. 2
Masse volumique à l'état frais (Kg/m ³)	—	1748	1753
Teneur en air occlus (% vol)	—	2	10
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	4,7	4,5
	28 jours	3,8	5,2
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	26,0	72,1
	28 jours	37,6	86,5
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	12,5	26,7
	28 jours	15,1	28,7
Masse volumique sèche (kg/m ³)	7 jours	1350	1729
	28 jours	1349	1753
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,45	0,66
	28 jours	0,45	0,77

Tableau 2

10 **Exemple 2 Matrice cimentaire renfermant des cendres volantes, un superplastifiant et un agent viscosant**

Trois échantillons, numérotés 3, 4 et 5, ont été réalisés avec du CEM I 52,5N, et un échantillon numéroté 6 a été réalisé avec du CEM II/A-LL 42,5 R. Les échantillons 4, 5 et 6 contiennent des
15 cendres volantes, de l'eau, un superplastifiant et un agent viscosant.

L'échantillon 3 ne contient pas d'addition, il constitue un échantillon de référence hors du champ de la présente invention.

20 Les proportions de ciment et d'addition, en pourcentage massique du liant, et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 3. Les rapports E_{eff}/L et Add/L , pour chaque échantillon, sont également indiqués dans le tableau 3 4.

Echantillons	Ech. 3 (réf)	Ech. 4	Ech. 5	Ech. 6
Ciment (en %)	100%	60%	45%	60%
Cendres volantes (en %)	0%	40%	55%	40%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,5	0,5	0,45
Addition / Liant (Add/L)	0	0,4	0,55	0,4
Ciment (Kg)	12,2	6,9	5	7,2
Cendres volantes (Kg)	-	4,6	6,1	4,8
Eau efficace(Litres)	6,1	5,7	5,6	5,5

Tableau 3

Pour chacun des quatre échantillons, le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment et l'agent viscosant représente 0,5% (en masse) par rapport au ciment.

Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 4.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 3 (ref)	Ech. 4	Ech. 5	Ech. 6
Masse volumique à l'état frais (Kg/m^3)	—	1530	1719	1650	1717
Teneur en air occlus (% vol)	—	1,3	1,0	3,3	1,3
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours 28 jours	5,1 6,1	5,6 5,6	3,6 3,7	4,6 6
Résistance à la compression (MPa)	7 jours 28 jours	38,1 47,7	22,8 33,1	12,9 20,7	20,2 32,5
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours 28 jours	15,4 17,9	11,3 13,5	8,7 9,9	11,7 14,4
Masse volumique sèche (kg/m^3)	7 jours 28 jours	1461 1455	1310 1318	1188 1250	1328 1332
Conductivité thermique ($W/m.K$)	7 jours 28 jours	0,53 0,55	0,43 0,43	0,37 0,38	0,44 0,43

10

Tableau 4

Exemple 3 Matrice cimentaire renfermant des cendres volantes, un superplastifiant, sans agent viscosant

Trois échantillons, numérotés 7, 8 et 9 ont été réalisés avec du CEM I 52,5N. L'échantillon

15

numéroté 10 a été réalisé avec du CEM II/A-LL 42,5 R. Les échantillons 8, 9 et 10 contiennent des cendres volantes, de l'eau, du superplastifiant.

5 L'échantillon 7 ne contient pas d'addition, il constitue un échantillon de référence hors du champ de la présente invention.

Aucun des échantillons 7, 8, 9 et 10 ne contient d'agent viscosant.

Pour chacun des quatre échantillons le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment.

10

Les proportions de ciment et d'addition, en pourcentage massique du liant, et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 5. Les rapports E_{eff}/L et Add/L , pour chaque échantillon, sont également indiqués dans le tableau 5.

Echantillons	Ech. 7 (réf.)	Ech. 8	Ech. 9	Ech. 10
Ciment (en %)	100%	60%	45%	60%
Cendres volantes (en %)	0%	40%	55%	40%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,4	0,4	0,4	0,45
Addition / Liant (Add/L)	0	0,4	0,55	0,4
Ciment (Kg)	14	7,8	5,7	7,2
Cendres volantes (Kg)	-	5,2	6,9	4,8
Eau efficace (Litres)	5,6	5,2	5	5,5

15

Tableau 5

Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 6.

20

25

30

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 7 (réf.)	Ech. 8	Ech. 9	Ech. 10
Masse volumique à l'état frais (Kg/m ³)	—	1899	1798	1860	1732
Teneur en air occlus (% vol)	—	2	1,1	0,9	0,9
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	4,8	6,8	4,5	5,7
	28 jours	10,8	5,7	4,6	6,9
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	60,3	38,7	22,8	23,6
	28 jours	79,0	51,8	34,3	36
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	21,5	15,7	11,6	12,7
	28 jours	23,8	17,8	13,5	15,4
Masse volumique sèche (kg/m ³)	7 jours	1592	1433	1336	1347
	28 jours	1647	1497	1355	1331
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,63	0,51	0,44	0,43
	28 jours	0,65	0,54	0,46	0,45

Tableau 6

Exemple 4 Matrice cimentaire renfermant un entraîneur d'air

5

Quatre échantillons, numérotés 11 à 14, ont été réalisés avec du CEM I 52,5N. L'échantillon 15 a été réalisé avec du CEM II/A-LL 42,5R. Tous les échantillons contiennent des cendres volantes, de l'eau, du superplastifiant et un agent entraîneur d'air (Cimpore AE 21).

- 10 Pour chacun des cinq échantillons, le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment et l'agent entraîneur d'air représente 0,2% (en masse) par rapport au ciment.

Les proportions de ciment et d'addition, en pourcentage massique du liant, les rapports E_{eff}/L et Add/L , et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 7.

15

Echantillons	Ech. 11	Ech. 12	Ech. 13	Ech. 14	Ech. 15
Ciment (en %)	60%	45%	60%	45%	60%
Cendres volantes (en %)	40%	55%	40%	55%	40%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,5	0,4	0,4	0,45
Addition / Liant (Add/L)	0,4	0,55	0,4	0,55	0,4
Ciment (Kg)	6,9	5	7,8	5,7	7,2
Cendres volants (Kg)	4,6	6,1	5,2	6,9	4,8
Eau efficace (Litres)	5,7	5,6	5,2	5	5,5

Tableau 7

Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 8.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 11	Ech. 12	Ech. 13	Ech. 14	Ech. 15
Masse volumique à l'état frais (Kg/m^3)	—	1677	1647	1792	1751	1746
Teneur en air occlus (% vol)	—	3,5	1,9	1,9	1,4	1,2
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	5,4	3,3	5,2	4,7	5,2
	28 jours	5,1	3,8	6,7	4,9	7,2
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	22,9	12,3	35,5	25	23,6
	28 jours	33,3	20,3	50,7	37,8	36
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	11,2	8	15,5	13	12,9
	28 jours	13,2	9,6	18,2	14,5	15,5
Masse volumique sèche (kg/m^3)	7 jours	1277	1221	1442	1380	1364
	28 jours	1302	1239	1461	1398	1365
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,43	0,38	0,51	0,46	0,46
	28 jours	0,43	0,39	0,52	0,47	0,45

5

Tableau 8

On observe peu de différence par rapport aux résultats obtenus dans les exemples 2 et 3. L'ajout d'un entraîneur d'air ne modifie pas significativement les caractéristiques techniques.

10 Exemple 5 Matrice cimentaire renfermant un laitier de haut fourneau

Deux échantillons, numérotés 16 et 17, ont été réalisés avec du CEM I 52,5N. Deux échantillons, numérotés 18 et 19 ont été réalisés avec du CEM II / A-LL 42,5 R. Tous les échantillons contiennent du laitier de haut fourneau, de l'eau, et du superplastifiant.

- 15 Pour les quatre échantillons, le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment.

Les échantillons 16 et 17 contiennent un agent viscosant. L'agent viscosant représente 0,5% (en masse) par rapport au ciment.

- 20 Les échantillons 18 et 19 ne contiennent pas d'agent viscosant.

Les proportions de ciment et d'addition, en pourcentage massique du liant, les rapports E_{eff}/L et Add/L et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 9.

Echantillons	Ech. 16	Ech. 17	Ech. 18	Ech. 19
Ciment (en %)	60%	30%	60%	30%
Laitier (en %)	40%	70%	40%	70%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,5	0,45	0,45
Addition / Liant (Add/L)	0,4	0,7	0,4	0,7
Ciment (Kg)	6,9	3,3	7,3	3,6
Laitier (Kg)	4,6	8,1	4,6	8,1
Eau efficace (Litres)	5,7	5,5	6,1	6,1

Tableau 9

Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 10.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 16	Ech. 17	Ech. 18	Ech. 19
Masse volumique à l'état frais (Kg/m^3)	—	1800	1787	1765	1746
Teneur en air occlus (% vol)	—	2,1	3,2	1,3	1
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	5	3,9	6	4,9
	28 jours	3,9	5,1	5,1	7,3
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	28,1	19,4	25,6	18,3
	28 jours	43,5	41,3	40,4	36,5
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	11,5	10,7	11,8	10,6
	28 jours	14,2	14,4	15,7	15
Masse volumique sèche (kg/m^3)	7 jours	1380	1339	1428	1299
	28 jours	1418	1366	1436	1312
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,41	0,34	0,46	0,33
	28 jours	0,44	0,36	0,45	0,34

5

Tableau 10

Exemple 6 Matrice cimentaire renfermant un mélange de deux additions pouzzolaniques

- 10 Trois échantillons, numérotés 20, 21 et 22, ont été réalisés avec du CEM I 52,5N. Tous les échantillons contiennent des cendres volantes, de l'eau, un agent viscosant et du superplastifiant.

- 15 Pour les trois échantillons, le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment, et l'agent viscosant représente 0,5% (en masse) par rapport au ciment.

Les échantillons 20 et 21 contiennent de la fumée de silice en plus des cendres volantes.

L'échantillon 22 contient du laitier de haut fourneau en plus des cendres volantes.

- Les proportions de ciment et des différentes additions, en pourcentage massique du liant, les
5 rapports E_{eff}/L et Add/L et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 11.

Echantillons	Ech. 20	Ech. 21	Ech. 22
Ciment (en %)	55%	50%	50%
Cendre Volante (en %)	40%	40%	40%
Fumée de silice (en %)	5%	10%	-
Laitier (en %)	-	-	10%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,5	0,5
Addition / Liant (Add/L)	0,45	0,5	0,5
Ciment (Kg)	6,2	5,6	6,1
Cendres volantes (Kg)	4,5	4,5	4,9
Fumée de silice (Kg)	0,6	1,2	-
Laitier (Kg)	-	-	1,2
Eau efficace (Litres)	5,6	5,6	6,1

Tableau 11

- 10 Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 12.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 20	Ech. 21	Ech. 22
Masse volumique à l'état frais (Kg/m^3)	—	1716	1680	1696
Teneur en air occlus (% vol)	—	1	1,8	1
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	4,5	3,9	4,2
	28 jours	4,9	4,6	4,5
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	19,2	17,8	17,8
	28 jours	30	28	29
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	10,4	9,8	9,4
	28 jours	12,5	11,5	11,7
Masse volumique sèche (kg/m^3)	7 jours	1287	1243	1275
	28 jours	1290	1255	1280
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,41	0,37	0,40
	28 jours	0,38	0,36	0,40

Tableau 12

Exemple 7 Matrice cimentaire renfermant un métakaolin

- 5 Deux échantillons, numérotés 23 et 24, ont été réalisés avec du CEM I 52,5 N. Les deux échantillons contiennent un métakaolin, de l'eau, un agent viscosant et du superplastifiant.

Pour les deux échantillons, le superplastifiant représente 0,35% (en masse) par rapport au ciment, et l'agent viscosant représente 0,5% (en masse) par rapport au ciment.

10

Les proportions de ciment et des différentes additions, en pourcentage massique du liant, les rapports E_{eff}/L et Add/L et les masses des principaux constituants varient selon le tableau 13.

Echantillons	Ech. 23	Ech. 24
Ciment (en %)	60%	30%
Métakaolin (en %)	40%	70%
Eau efficace / Liant (E_{eff}/L)	0,5	0,5
Addition / Liant (Add/L)	0,4	0,7
Ciment (Kg)	7	3,4
Métakaolin (Kg)	4,7	8
Eau efficace (Litres)	5,8	5,7

15

Tableau 13

Les caractéristiques techniques de ces échantillons sont présentées dans le tableau 14.

Caractéristiques techniques	Périodes de cure	Ech. 23	Ech. 24
Masse volumique à l'état frais (Kg/m^3)	—	1773	1710
Teneur en air occlus (% vol)	—	1	0,9
Résistance à la flexion (MPa)	7 jours	5,6	2,9
	28 jours	5,8	3,6
Résistance à la compression (MPa)	7 jours	30,6	14,1
	28 jours	45,1	26,9
Module d'élasticité dynamique (GPa)	7 jours	12,2	7,5
	28 jours	15,1	10,8
Masse volumique sèche (kg/m^3)	7 jours	1322	1249
	28 jours	1336	1326
Conductivité thermique (W/m.K)	7 jours	0,39	0,36
	28 jours	0,38	0,38

Tableau 14

REVENDEICATIONS

1. Matrice cimentaire comprenant, à l'état frais, un ciment de finesse Blaine inférieure à 6000 cm^2/g , au moins une addition pouzzolanique, de l'eau efficace, caractérisée en ce qu'elle présente :
- 5 un rapport E_{eff}/L compris entre environ 0,4 et 0,7, notamment compris entre 0,45 et 0,65, préférentiellement compris entre 0,5 et 0,6
- et un rapport Add/L compris entre 0,40 et 0,70, notamment compris entre 0,50 et 0,70, préférentiellement compris entre 0,55 et 0,65,
- 10 le rapport Add/L étant compris entre 0,60 et 0,70 lorsque l'addition pouzzolanique comprend un laitier de haut fourneau,
- où E_{eff} représente le volume en litres d'eau efficace mise en œuvre dans la matrice cimentaire, Add représente la masse, en kg, d'addition pouzzolanique contenue dans ladite matrice, et L représente la masse totale, en kg, de ciment et d'addition pouzzolanique contenus dans ladite
- 15 matrice.
2. Matrice cimentaire selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle comprend une addition pouzzolanique choisie parmi des cendres volantes, des fumées de silice, un laitier de haut fourneau, des zéolithes, du métakaolin, et une combinaison de plusieurs de ces additions,
- 20 notamment parmi les combinaisons de cendres volantes et de fumées de silice, de cendres volantes et de zéolithes, de laitier de haut fourneau et de cendres volantes, de métakaolin et de laitier de haut fourneau, de métakaolin et de cendres volantes, de métakaolin et de fumées de silice, de métakaolin et de zéolithes, de laitier de haut fourneau et de fumées de silice.
- 25 3. Matrice cimentaire selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un agent viscosant, choisi parmi les éthers de cellulose, notamment les polysaccharides, les hydroxyalkylcelluloses, les hydroxyéthylcelluloses, la méthylcellulose, la carboxyméthylcellulose, l'hydroxyéthylcellulose, l'éthylhydroxyéthylcellulose, les poly(oxyde d'éthylène), les alcools polyvinyliques, les polyamides, ou un mélange de ceux-ci.
- 30 4. Matrice cimentaire selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle présente une masse volumique réelle à l'état sec inférieure à 1500 kg/m^3 , notamment inférieure à 1450 kg/m^3 , préférentiellement inférieure à 1400 kg/m^3 .
- 35 5. Composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, et des fillers dont la taille des particules est inférieure à 0,15 mm.
6. Composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire selon l'une
- 40 quelconque des revendications 1 à 4, des granulats fins dont la taille des particules est comprise

entre 0,15 mm et 4 mm, éventuellement des fillers, et ne renferme pas de granulats grossiers, de préférence la masse des granulats fins étant au moins supérieure à 250 kg par m³ de ladite composition, notamment au moins supérieure à 300 kg par m³, préférentiellement au moins supérieure à 350 kg par m³, encore préférentiellement au moins supérieure à 375 kg par m³.

5

7. Composition cimentaire caractérisée en ce qu'elle renferme une matrice cimentaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, des granulats fins dont la taille des particules est comprise entre 0,15 mm et 4 mm, et des granulats grossiers dont la taille des particules est supérieure à 4 mm, et éventuellement des fillers, de préférence la masse totale des granulats fins et grossiers étant au moins supérieure à 550 kg par m³ de ladite composition, notamment au moins supérieure à 600 kg par m³, préférentiellement au moins supérieure à 650 kg par m³, encore préférentiellement au moins supérieure à 675 kg par m³.

8. Composition cimentaire selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le volume d'eau efficace est d'au moins 180 litres par m³ de composition cimentaire, notamment d'au moins 200 litres, préférentiellement d'au moins 220 litres, encore préférentiellement d'au moins 240 litres.

9. Composition cimentaire selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8 caractérisée en ce que lesdits granulats fins et/ou lesdits granulats grossiers sont au moins en partie composés de granulats légers.

10. Composition selon la revendication 9 caractérisée en ce que les granulats légers sont choisis parmi les pierres ponce, les argiles expansées, les schistes expansés, des laitiers expansés ou expansés bouletés, les verres expansés, les granulats expansés à base de marbre, granite, ardoise ou de céramique, ou un mélange de plusieurs de ceux-ci.

11. Composition selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10 caractérisée en ce que les granulats légers, fins et/ou grossiers, sont traités à l'aide d'un composé hydrophobe, tel qu'une résine pure ou sous la forme d'une émulsion, ou tel qu'un gel organique ou inorganique, afin de diminuer l'absorption d'eau et l'hydrophobicité desdits granulats.

12. Utilisation de la composition cimentaire selon la revendication 5 pour la mise en œuvre d'un coulis isolant, qui, à l'état sec, est caractérisé par une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K, notamment inférieure à 0,55 W/m.K, préférentiellement inférieure à 0,5 W/m.K, encore préférentiellement inférieure à 0,45 W/m.K.

13. Utilisation de la composition cimentaire selon l'une quelconque des revendications 6 ou 8 à 11 pour la mise en œuvre d'un mortier isolant, qui, durci, à l'état sec, est caractérisé par une résistance à la compression d'au moins 20 MPa après 28 jours, de préférence d'au moins

25MPa après 28 jours et de préférence encore d'au moins 30 MPa après 28 jours, et une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K, notamment inférieure à 0,55 W/m.K, préférentiellement inférieure à 0,5 W/m.K, encore préférentiellement inférieure à 0,45 W/m.K.

- 5 14. Utilisation de la composition cimentaire selon l'une quelconque des revendications 7 à 11 pour la mise en œuvre d'un béton isolant, qui, durci, à l'état sec, est caractérisé par une résistance à la compression d'au moins 20 MPa après 28 jours, de préférence d'au moins 25 MPa après 28 jours et de préférence encore d'au moins 30 MPa après 28 jours, et une conductivité thermique inférieure à 0,6 W/m.K, notamment inférieure à 0,55 W/m.K, 10 préférentiellement inférieure à 0,5 W/m.K, encore préférentiellement inférieure à 0,45 W/m.K.

15. Utilisation selon les revendications 13 ou 14 pour la mise en œuvre d'un mortier ou d'un béton isolant, fluide, notamment un mortier ou béton auto-plaçant.

SR - offend

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



OPINION ÉCRITE SUR LA
BREVETABILITÉ DE L'INVENTION

FA781733	Date de dépôt (jour/mois/année) 04.06.2013	Date de priorité (jour/mois/année)	N° d'enregistrement national FR1355121
Classification internationale des brevets (CIB) C04B28/02 C04B11/40			
Déposant ITALCEMENTI S.P.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Point I Base de l'opinion
- ☐ Point II Priorité
- ☐ Point III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Point IV Absence d'unité de l'invention (Article L. 612-4 du Code de la Propriété Intellectuelle)
- ☒ Point V Opinion motivée (Article R. 612-57 du Code de la Propriété Intellectuelle) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Point VI Certains documents cités
- ☐ Point VII Irrégularités dans la demande
- ☐ Point VIII Observations relatives à la demande

Examineur

Theodoridou, K

OPINION ÉCRITE

N° d'enregistrement
national

FR1355121

Point I Base de l'opinion

Cette opinion a été établie sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche.

Point V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	9-15
	Non :	Revendications	1-8
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-15
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-15
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

Il est fait référence aux documents suivants :

- D1 FR 2 970 962 A1 (LAFARGE SA [FR]) 3 août 2012 (2012-08-03)
- D2 FR 2 943 662 A1 (LAFARGE SA [FR]) 1 octobre 2010 (2010-10-01)
- D3 EP 2 203 400 B1 (LAFARGE SA [FR]) 15 juin 2011 (2011-06-15)

1 Nouveauté

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1-8 n'étant pas nouveau.

- 1.1 Le document D1 décrit une composition hydraulique comprenant 1 partie en poids de liant hydraulique (20-50% de clinker Portland et 20-50% de laitier) et 0.25-0.7 en poids d'eau efficace (page 6, lignes 8-13; page 7, lignes 3-7; page 12, ligne 30-page 13, ligne 26). On peut calculer les valeurs des rapports E_{eff}/L et Add/L (tels que définis dans la présente demande) des compositions présentés dans les exemples du tableau 1. Ils tombent tous dans la gamme revendiquée, par exemple pour la composition 1, $E_{eff}/L = 0.65$ et $Add/L = 0.5$.

Par conséquent le document D1 décrit toutes les caractéristiques des revendications 1,2,5 (voir § 2.2 ci dessous) 6-8.

- 1.2 Le document D2 décrit une composition hydraulique comprenant un ciment et des cendres volantes. On peut calculer les valeurs des rapports E_{eff}/L et Add/L (tels que définis dans la présente demande) des compositions présentés dans les exemples CV1-CV4 (voir tableaux, pages 25,26). Ils tombent tous dans la gamme revendiquée. La résistance à la compression à 28 jours est > 20 MPa.

Par conséquent le document D2 décrit toutes les caractéristiques des revendications 1-5 (voir § 2.2 ci dessous), 6-8.

2 Clarté

- 2.1 Rev. 1,4,5,7,8,11-14 Il est rappelé que les expressions telles que "de préférence", "préférentiellement", "en particulier", "notamment", "tels que" n'ont pas un effet limitatif sur la portée d'une revendication, ce qui revient à dire que la caractéristique qui suit une telle expression doit être considérée comme entièrement facultative.
- 2.2 Il semble que la revendication 5 ne satisfait pas à l'exigence de clarté, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. La revendication tente de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat. Il semble alors qu'une matrice cimentaire qui aurait toutes les caractéristiques de la matrice cimentaire de la revendication 1, remplirait les conditions de la revendication 5. Dans le cas contraire il semblerait que la revendication ne contient toutes les caractéristiques techniques essentielles à la définition de l'invention.

3 Activité inventive

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1-15 n'impliquant pas d'activité inventive.

Le document D3 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue une matrice cimentaire pour la réalisation des bétons légers structuraux à faible conductivité thermique (inférieure à 0,65 W/m.K) ([0045]).

L'exemple 4 du document D3 est utilisé comme exemple comparatif par le demandeur (Echantillon 2- tableau 1 et 2 de la présente demande).

Cependant le document D3 pris dans son ensemble, divulgue une matrice qui comprend un ciment et une addition pouzzolanique avec un rapport E_{eff}/L qui peut varier de 0,19 à 0,46. Le béton comprend une quantité de clinker Portland $\geq 150 \text{ Kg/m}^3$ et une quantité de liant total (clinker Portland + pouzzolane) $\geq 300 \text{ Kg/m}^3$ ([0051]).

Ces gammes présentent une zone de recoupement avec la gamme revendiquée par la revendication 1.

Aucun effet technique spécial ne semble être associé avec la sélection spécifique de la plage revendiquée.

Une telle sélection ne peut être considérée comme inventive que si elle produit des effets inattendus ou présente des propriétés inattendues par rapport au reste de la gamme. Cependant, aucun effet ni aucune propriété de ce genre peut être reconnu dans la demande. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive.

Le même raisonnement s'applique mutatis mutandis à l'objet des revendications correspondantes 6-8 et 12-15 qui n'est donc pas considéré comme inventif.

L'objet des revendications 2-5,9-11 est simplement une variation par rapport à la revendication 1, bien connue dans la technique, et ne peut pas contribuer à une revendication qui impliquerait une activité inventive.

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 781733
 FR 1355121

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
E	FR 2 992 960 A1 (LAFARGE SA [FR]) 10 janvier 2014 (2014-01-10) * exemple 4 *	1-15	C04B28/02 C04B111/40
X	FR 2 970 962 A1 (LAFARGE SA [FR]) 3 août 2012 (2012-08-03) * page 6, ligne 8-13 * * page 7, ligne 3-7 * * page 12, ligne 30 - page 13, ligne 26; exemples; tableau 1 *	1,2,5-8	
X	FR 2 943 662 A1 (LAFARGE SA [FR]) 1 octobre 2010 (2010-10-01) * page 25 - page 26; exemples; tableaux *	1-8	
X,D	EP 2 203 400 B1 (LAFARGE SA [FR]) 15 juin 2011 (2011-06-15) * alinéas [0045], [0051] *	1-15	
A	US 5 531 823 A (BRETON DANNYS [CA]) 2 juillet 1996 (1996-07-02) * colonne 3, ligne 43 - colonne 4, ligne 59 *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 février 2014		Theodoridou, K	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1355121 FA 781733

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 13-02-2014

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2992960	A1	10-01-2014	FR 2992960 A1	10-01-2014
			WO 2014006194 A1	09-01-2014

FR 2970962	A1	03-08-2012	CA 2825245 A1	02-08-2012
			CN 103339084 A	02-10-2013
			EP 2668144 A1	04-12-2013
			FR 2970962 A1	03-08-2012
			US 2013298805 A1	14-11-2013
			WO 2012101193 A1	02-08-2012

FR 2943662	A1	01-10-2010	CA 2754294 A1	07-10-2010
			CN 102348661 A	08-02-2012
			EP 2411344 A2	01-02-2012
			FR 2943662 A1	01-10-2010
			JP 2012521344 A	13-09-2012
			KR 20110130443 A	05-12-2011
			RU 2011142751 A	27-04-2013
			US 2012024198 A1	02-02-2012
			WO 2010112687 A2	07-10-2010

EP 2203400	B1	15-06-2011	AT 512942 T	15-07-2011
			CA 2704158 A1	09-07-2009
			EP 2203400 A2	07-07-2010
			US 2010212551 A1	26-08-2010
			WO 2009083809 A2	09-07-2009

US 5531823	A	02-07-1996	AU 4294296 A	27-08-1996
			CA 2207915 A1	15-08-1996
			US 5531823 A	02-07-1996
			WO 9624564 A1	15-08-1996
