(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 147 563***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 03489**

(51) Int Cl[8] : ***C 04 B 7/13*** *(2023.01), C 04 B 14/28, 14/10, 14/06*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 07.04.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 11.10.24 Bulletin 24/41.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *VICAT Société Anonyme à Conseil d'Administration* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** AVET François, KROUR Hichem, CHEREAU Camille et DELAVERNHE Laure.

(73) **Titulaire(s) :** VICAT Société Anonyme à Conseil d'Administration.

(74) **Mandataire(s) :** CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

(54) UTILISATION D'UNE MARNE POUR LA PRÉPARATION D'UN MATÉRIAU POUZZOLANIQUE.

(57) UTILISATION D'UNE MARNE POUR LA PRÉPARATION D'UN MATÉRIAU POUZZOLANIQUE

La présente invention a pour objet l'utilisation d'une marne comprenant :

plus de 45% de calcite ; etau moins 1% de kaolinite ;

pour la préparation d'un matériau pouzzolanique.

FR 3 147 563 - A1

Description

Titre de l'invention : UTILISATION D'UNE MARNE POUR LA PRÉPARATION D'UN MATÉRIAU POUZZOLANIQUE

[0001] La présente invention a pour objet l'utilisation d'une marne pour la préparation d'un matériau pouzzolanique.

[0002] La fabrication des liants hydrauliques, et notamment celle des ciments, consiste essentiellement en une calcination d'un mélange de matières premières judicieusement choisies et dosées, aussi désigné par le terme de « cru ». La cuisson de ce cru donne un produit intermédiaire, le clinker, qui, broyé avec d'éventuels ajouts minéraux, donnera du ciment. Le type de ciment fabriqué dépend de la nature et des proportions des matières premières ainsi que du procédé de cuisson. On distingue plusieurs types de ciments : les ciments Portland (qui représentent la très grande majorité des ciments produits dans le monde), les ciments alumineux (ou d'aluminate de calcium), les ciments prompts naturels, les ciments sulfo-alumineux, les ciments sulfo-bélitiques et d'autres variétés intermédiaires.

[0003] Les ciments les plus répandus sont les ciments de type Portland. Les ciments Portland sont obtenus à partir de clinker Portland, obtenus après clinkérisation à une température de l'ordre de 1450°C d'un cru riche en carbonate de calcium dans un four. La production d'une tonne de ciment Portland s'accompagne de l'émission de très importantes quantités de CO_2 (environ 0,8 à 0,9 tonne de CO_2 par tonne de ciment dans le cas d'un CEM I).

[0004] Or, en 2019, la quantité de ciment vendu dans le monde avoisinait les 4.1 milliards de tonnes (source : Syndicat Français de l'Industrie Cimentière - SFIC). Ce chiffre, en constante augmentation, a plus que doublé en 15 ans. L'industrie du ciment est donc aujourd'hui à la recherche d'une alternative valable au ciment Portland, c'est-à-dire de ciments présentant au moins les mêmes caractéristiques de résistance et de qualité que les ciments Portland, mais qui, lors de leur production, dégagent moins de CO_2.

[0005] Lors de la production du clinker, principal constituant du ciment Portland, le dégagement de CO_2 est lié :

[0006] - à hauteur de 40% au chauffage du four de cimenterie, au broyage et au transport ;

[0007] - à hauteur de 60% au CO_2 dit chimique, ou de décarbonatation.

[0008] La décarbonatation est une réaction chimique qui a lieu lorsque l'on chauffe du calcaire, principale matière première pour la fabrication du ciment Portland, à haute température. Le calcaire se transforme alors en chaux vive et en CO_2 selon la réaction chimique suivante :

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

[0009] Pour réduire les émissions de CO_2 liées à la production du ciment Portland, plusieurs approches ont été envisagées jusqu'à présent :

[0010] - l'adaptation ou la modernisation des procédés cimentiers afin de maximiser le rendement des échanges thermiques ;

[0011] - le développement de nouveaux liants « bas carbone » tels que les ciments sulfo-alumineux préparés à partir de matières premières moins riches en calcaire et à une température de cuisson moins élevée, ce qui permet une diminution des émissions CO_2 de 35% environ ;

[0012] - ou encore la substitution (partielle) du clinker dans les ciments par des matériaux permettant de limiter les émissions de CO_2.

[0013] Parmi les approches ci-dessus, celle de la substitution (partielle) du clinker dans les ciments a fait l'objet de nombreux développements. Deux voies ont été principalement explorées : la substitution du clinker par du filler calcaire et la substitution du clinker par des matériaux dits « pouzzolaniques »

[0014] La substitution du clinker par du filler calcaire est limitée du fait de sa faible réactivité chimique. Un telle substitution entraine donc un effet de dilution qui s'accompagne d'une baisse importante des résistances pour des niveaux de substitution élevés.

[0015] En revanche, la substitution du clinker par des matériaux actifs ou « pouzzolaniques » s'accompagne d'une diminution bien moindre des résistances et pour certains d'entre eux d'une augmentation de celles-ci.

[0016] Un matériau pouzzolanique désigne généralement tout matériau possédant des « propriétés pouzzolaniques », c'est-à-dire apte à se combiner à température ambiante et en présence d'eau avec la chaux ou la portlandite formée lors de l'hydratation du ciment pour donner des hydrates très peu solubles susceptibles de générer des résistances supplémentaires à long terme.

[0017] Le ciment Portland est en effet principalement constitué de deux types de phases anhydres : les silicates de calcium (C_3S et C_2S - dans lesquelles C représente CaO et S représente SiO_2) et les aluminates de calcium (C_2A et C_4AF - dans lesquelles C représente CaO, A représente Al_2O_3 et F représente Fe_2O_3). Il contient également de la chaux libre en faible quantité.

[0018] C'est l'hydratation des phases silicates qui génère les résistances grâce à la formation d'hydrates de type gel : les silicates de calcium hydratés C-S-H selon les équations suivantes (non équilibrées) :

$$C_3S + H \rightarrow C\text{-}S\text{-}H + CH$$

$$C_2S + H \rightarrow C\text{-}S\text{-}H + CH$$

[0019] dans lesquelles C représente CaO, S représente SiO_2 et H représente H_2O.

[0020] La portlandite « CH » est un coproduit de l'hydratation des silicates de calcium. Elle représente entre 15 et 20% en masse du ciment complètement hydraté dans le cas d'un CEM I.

[0021] Le matériau pouzzolanique est une source de silice et/ou d'alumine amorphe et très réactive. Lorsqu'il est mélangé au ciment, il va réagir avec la portlandite pour former de nouveaux hydrates :

$$A_xS + CH \rightarrow C\text{-}A\text{-}S\text{-}H$$

[0022] dans laquelle A représente Al_2O_3, C représente CaO, S représente SiO_2 et H représente H_2O.

[0023] La réaction pouzzolanique, plus lente et plus tardive, permet donc de consommer la portlandite pour former des C-S-H secondaires ou tardifs généralement plus riches en alumine que les C-S-H issus des silicates, on les note en général C-A-S-H pour cette raison. Comme les C-S-H, les C-A-S-H sont des hydrates peu ou pas cristallisés qui viennent fermer la porosité et génèrent une augmentation des résistances à plus long terme.

[0024] A la date de la présente invention, différents matériaux pouzzolaniques sont utilisés :

[0025] - les pouzzolanes dites « naturelles » qui sont des roches volcaniques riches en silice et alumine naturellement amorphes ;

[0026] - les cendres volantes issues de la production d'électricité dans les centrales thermiques au charbon et essentiellement constituées de silice, d'alumine et d'oxyde de fer ;

[0027] - la fumée de silice provenant de la réduction du quartz par du charbon lors de la production de silicium et d'alliages fer/silicium ;

[0028] - le laitier de haut-fourneau, obtenu dans l'industrie sidérurgique lors de la production de la fonte, presque intégralement amorphe constitué de silice, alumine mais également calcium et oxyde de magnésium ; et

[0029] - les argiles calcinées qui sont des pouzzolanes de synthèses obtenues par la calcination à des températures variant de 600°C à 900°C d'argiles, notamment d'argile kaolinitiques, illitiques ou montmorillonitiques.

[0030] La pouzzolanicité de ces matériaux demeure néanmoins variable, et la résistance des matériaux de construction préparés à partir des matériaux pouzzolaniques est parfois significativement inférieure à celle des matériaux de construction préparés à partir des ciments Portland classiques. Il demeure donc intéressant d'identifier de nouveaux matériaux pouzzolaniques permettant la préparation de matériaux de construction possédant une résistance à moyen et long terme comparable à celle des matériaux de construction préparés à partir des ciments Portland, tout en limitant significativement les émissions de CO_2 lors de leur préparation.

[0031] A la date de la présente invention, l'utilisation d'argiles pour la préparation de pouzzolane de synthèse par calcination est probablement la stratégie de réduction de l'empreinte carbone des ciments et bétons ayant le plus grand potentiel. Cependant, l'utilisation de grandes quantités d'argile posera des problèmes de disponibilité de la matière première.

[0032] Des solutions alternatives ont ainsi été étudiées, telles que l'utilisation de marnes pour la préparation de pouzzolane de synthèse par calcination.

[0033] La marne est une roche sédimentaire, principalement composée par un mélange de calcite ($CaCO_3$) et d'argile.

[0034] Dans leur publication « Microstructure and mineral composition of Roman cements produced

[0035] at defined calcination conditions », *Materials Characterization*, 58, 2007, pages 1217-1228, J. Weber et al. étudient notamment les propriétés pouzzolaniques de marnes calcinées. Les marnes étudiées contiennent respectivement 71% et 63% en poids de calcite et sont exemptes de kaolinite. Les auteurs constatent que si les résistances à (très) long terme obtenues avec ces marnes calcinées sont satisfaisantes, les résistances à court terme ou à moyen terme sont insuffisantes.

[0036] De même, dans leur publication « Calcareous smectite clay as a pozzolanic alternative to kaolin », *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 2019, D. Tanner et al. étudient également les propriétés pouzzolaniques de marnes calcinées. La première marne étudiée contient 47% en poids de kaolinite et est exempte de calcite. La seconde marne étudiée comprend 8% en poids de kaolinite et 25% de calcite. Au-delà de 20% de substitution de ciment Portland par ces marnes calcinées, les résistances observées à court terme pour le matériau de construction ainsi préparé apparaissent insuffisantes.

[0037] Pour viser une forte substitution des ciments, notamment Portland, par les pouzzolanes dans les matériaux de construction, et obtenir, par voie de conséquence, un impact environnemental substantiel, il est donc encore nécessaire d'identifier des matériaux susceptibles d'être utilisés pour la préparation de matériaux pouzzolaniques eux-mêmes utilisables en forte proportion dans les matériaux de construction tout en maintenant des propriétés mécaniques, et notamment des résistances à court terme compatibles avec la mise en œuvre et l'utilisation dudit matériau de construction.

[0038] Or, il a maintenant été trouvé de façon tout à fait surprenante que des marnes riches en calcite et comprenant de la kaolinite pouvaient, une fois calcinées, être utilisées comme matériau pouzzolanique dans des matériaux de construction, et ce dans des proportions importantes, allant jusqu'à 50% voire plus du matériau de construction tout en maintenant une résistance à court terme du matériau de construction ainsi préparé compatible avec son utilisation. Les matériaux de construction ainsi préparés

présentent en outre des résistances à moyen et long termes comparables à celle des matériaux de construction préparés à partir des ciments Portland classiques, et peuvent être préparés en limitant significativement les émissions de CO_2.

[0039] Ainsi, la présente invention a pour objet l'utilisation d'une marne comprenant :

– plus de 45% de calcite ; et
– au moins 1% de kaolinite ;

[0040] pour la préparation d'un matériau pouzzolanique.

[0041] Contre toute attente, les marnes ayant de fortes teneurs en calcite et contenant de la kaolinite peuvent, une fois calcinées, être utilisées comme matériau pouzzolanique dans des matériaux de construction, et ce dans des proportions allant jusqu'à 25% voire 50% du matériau de construction tout en maintenant une résistance à court terme du matériau de construction ainsi préparé compatible avec son utilisation. Les matériaux de construction ainsi préparés présentent en outre des résistances à moyen et long termes comparables à celle des matériaux de construction préparés à partir des ciments Portland classiques, et peuvent être préparés en limitant significativement les émissions de CO_2.

[0042] Dans le cadre de la présente invention :

[0043] - on entend par « calcite » un polymorphe du carbonate de calcium $CaCO_3$;

[0044] - on entend par « kaolinite » le minéral de la famille des phylosilicates de formule $Al_2Si_2O_5(OH)_4$;

[0045] - on entend par « marne » toute roche sédimentaire composée principalement de polymorphes de carbonate de calcium et/ou de carbonate de magnésium, et de phases argileuses, notamment de phases kaolinite, illite et/ou montmorillonite;

[0046] - on entend par « montmorillonite » le minéral de la famille des phylosilicates de formule $(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot n\ H_2O$;

[0047] - on entend par « illite » le minéral de la famille des phyllosilicates de type 2:1 avec le potassium en cation interfoliaire, incluant également les micas de type muscovite, de formule $(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}$;

[0048] - on entend par « matériau pouzzolanique » tout matériau possédant des propriétés pouzzolaniques au sens de la norme européenne NF EN 197-1, c'est-à-dire apte à se combiner à température ambiante et en présence d'eau avec la chaux ou la Portlandite formée lors de l'hydratation du ciment pour donner des hydrates très peu solubles susceptibles de générer des résistances supplémentaires à long terme ; et

[0049] - on entend par « matériau de construction » un ciment, un béton, un mortier.

[0050] Dans le cadre de la présente invention, le diamètre médian ou d50 correspond au diamètre en-dessous duquel se trouve 50% du volume totale des particules de l'échantillon considéré. Celui-ci peut être déterminé par toute méthode connue de l'homme du métier, notamment par granulométrie laser en voie sèche ou humide.

[0051] Enfin, dans le cadre de la présente invention, les proportions exprimées en % correspondent à des pourcentages massiques par rapport au poids total de l'entité considérée.

[0052] La présente invention a donc pour objet l'utilisation d'une marne possédant les caractéristiques minéralogiques décrites ci-avant pour la préparation d'un matériau pouzzolanique. De préférence, la présente invention a pour objet l'utilisation d'une marne telle que définie précédemment pour la préparation d'un matériau pouzzolanique, ladite marne possédant les caractéristiques suivantes, choisies seules ou en combinaison :

- la marne contient au moins 50% de calcite, de préférence encore la marne contient au moins 55% de calcite, de façon tout à fait préférée la marne contient au moins 60% de calcite;
- la marne contient au moins 1,5% de kaolinite, de préférence encore la marne contient au moins 2% de kaolinite, de façon tout à fait préférée la marne contient au moins 2,5% de kaolinite ;
- la marne contient en outre de la montmorillonite, de préférence encore la marne contient au moins 3% de montmorillonite, de façon tout à fait préférée, la marne contient au moins 5% de montmorillonite ;
- la marne contient en outre de l'illite, de préférence encore la marne contient au moins 3% d'illite, de façon tout à fait préférée, la marne contient au moins 5% d'illite ;
- la marne contient en outre du quartz, de préférence encore la marne contient au moins 3% de quartz, de façon tout à fait préférée, la marne contient au moins 7% de quartz ; et/ou
- la marne contient en outre de la chlorite, de la dolomite, de la microcline, de l'albite, de l'ankerite, de l'orthose, de la pyrite, de la siderite, de l'anatase et/ou de la celestine.

[0053] La marne décrite ci-avant peut donc être utilisée pour préparer un matériau pouzzolanique par calcination. Ainsi, la présente invention a également pour objet un procédé de préparation d'un matériau pouzzolanique à partir de la marne décrite précédemment, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- éventuel séchage puis éventuel broyage de la marne ;
- calcination du matériau obtenu à une température comprise entre 650°C et 900°C ; et
- éventuelle désagglomération de la marne calcinée obtenue, par exemple par broyage, jusqu'à atteindre un diamètre médian de 5 µm à 20 µm.

[0054] Lors de l'éventuel broyage de la marne avant calcination, celui-ci est effectué de préférence en vue d'obtenir une poudre de 100% de passant à 2 mm.

[0055] L'étape de calcination peut être conduite à l'aide d'un calcinateur rotatif, au sein duquel celle-ci dure environ 30 à 90 minutes. Cependant, un « calcinateur flash » peut également être utilisé pour calciner la marne en vue d'obtenir un matériau pouzzolanique, auquel cas l'étape de calcination est très brève (1 à 2 secondes, voire moins). Le fait qu'un calcinateur flash puisse être utilisé permet de réduire considérablement l'énergie nécessaire à la calcination et à la préparation du matériau pouzzolanique.

[0056] Lors de l'éventuel broyage de la marne calcinée, celui-ci est effectué jusqu'à atteindre un diamètre médian inférieur ou égal à 25 µm, de préférence encore inférieur ou égal à 20 µm, de façon tout à fait préférée inférieur ou égal à 15 µm.

[0057] La présente invention peut être illustrée de façon non limitative par les exemples suivants.

Exemple 1 – Calcination de la marne

1.1 – Composition de la marne

[0058] Une marne brute possédant la composition minéralogique rapportée dans le Tableau 1 suivant est utilisée.

[0059] [Tableaux1]

Phase	**% (p/p)**
Albite	0,5
Ankerite	1,6
Calcite	60,1
Chlorite	1,8
Dolomite	0,8
Kaolinite	2,8
Microcline	2,6
Montmorillonite	8,5
Illite	8,1
Orthose	1,
Pyrite	0,6
Quartz	10,8
Siderite	0,4
Anatase	0,3
Celestine	0,5

[0060] *Tableau 1 – Composition minéralogique de la marne avant calcination*

[0061] La marne ci-dessus possède la composition chimique (en % (p/p)) rapportée dans le Tableau 2 suivant.

[0062] [Tableaux2]

Al_2O_3	7,6
CaO	30,5
Cl	0,01
Fe_2O_3	3,
K_2O	2,3
MgO	2,
MnO	0,05
Na_2O	0,1
P_2O_5	0,1
SiO_2	24,3
SO_3	0,4
SrO	0,1
TiO_2	0,4
Sulfures	0,3
Perte au feu 950°C	28,6

[0063] *Tableau 2 – Composition chimique de la marne avant calcination*

1.2 – Calcination de la marne

[0064] La marne décrite ci-dessus est séchée durant 12 heures à 105°C puis broyée au broyeur à anneau jusqu'à un diamètre médian de 30 à 40 µm. La poudre ainsi préparée est cuite en four de laboratoire par lots de 200 g à 800°C durant 1h00 avec en-fournement et défournement à chaud. La marne calcinée ainsi obtenue (marne calcinée AC-1) est ensuite à nouveau broyée légèrement au broyeur planétaire (15 secondes, 700 tr/min) pour la désagglomérer et obtenir un diamètre médian de 20 µm.

[0065] *1.2.3 – Composition minéralogique*

[0066] La marne calcinée ainsi obtenue est analysée. La composition minéralogique (en % (p/p)) de celle-ci est rapportée dans le tableau 3 suivant.

[0067] [Tableaux3]

Phase	**AC-1**
Periclase	1,5
Quartz	15,0
Anhydrite	1,0
Calcite	23,2
Gehlenite	0,1
Microcline	1,3
Orthose	1,0
Illite	6,6
Hématite	0,8
Bredigite	1,4
Amorphe	45,6

[0068] *Tableau 3 – Composition minéralogique d'une marne calcinée AC-1*

[0069] **Exemple 2 – Composition de mortier selon l'invention**

Préparation

[0070] Un mortier de référence (ci-après Mortier 1) est préparé à partir d'un ciment Portland CEM I 52.5 R selon la norme EN 196-1. La composition du mortier 1 est la suivante :

- 450g de ciment CEM I 52.5 R ;
- 1350g de sable normalisé ; et
- 225g d'eau.

[0071] De manière similaire, les mortiers 2 à 4 sont respectivement préparés à partir d'un mélange:

- 88% de CEM I 52.5 R / 12% de filler calcaire (mortier 2) ;
- 79% de CEM I 52.5 R / 21% de filler calcaire (mortier 3) ; et
- CEM I 52.5 R / 15% de filler calcaire / 30% de AC-1 (mortier 4).

Résistance mécanique

[0072] La résistance mécanique des mortiers est mesurée conformément à la norme EN 196-1 sur des éprouvettes de mortiers prismatiques 4x4x16 cm3 préparés à 20°C.

[0073] L'indice de performance caractérise la performance du matériau pouzzolanique lorsqu'il est utilisé à x% de substitution. Il est défini comme le rapport des résistances à la compression (mesurées comme indiqué ci-dessus) d'un mortier de ciment constitué de 100-x% d'un ciment référence et x% de l'ajout pouzzolanique considéré, et d'un mortier préparé avec 100% de ciment référence.

$$IP\ (\%) = \frac{RC\ ciment\ substitué\ à\ x\%}{RC\ Référence}$$

[0074] Les résultats des mesures de la résistance en compression (Rc) sont rapportés dans le tableau 4 suivant.

[0075] [Tableaux4]

		Mortier 1 (réf.)	**Mortier 2**	**Mortier 3**	**Mortier 4**
RRésistance à la compression (MPa)	**2 jour**	44	32	21	30
	7 jours	52	46	33	41
	28 jours	61	54	40	47
Indice de performance (en %)	**2 jours**	-	73	48	68
	2 jours	-	88	63	79
	28 jours	-	90	65	77

[0076] *Tableau 4 – Résistances en compression*

[0077] Le mortier selon l'invention (mortier 4) présente des résistances à la compression à moyen et long termes plus élevées qu'attendues et des performances acceptables au regard de celles observées pour le CEM I de référence (mortier 1) et compatibles avec les utilisations envisagées.

[0078] En outre, le mortier selon l'invention (mortier 4) présente des résistances à la compression à court, moyen et long termes équivalentes à celles du mortier 2 (qui ne comprend que 12% filler) et significativement supérieures à celles du mortier 3 (contenant 21% de filler). L'ajout de marne calcinée permet donc un taux de substitution du CEM I nettement supérieur au taux de substitution obtenu en utilisant le filler calcaire seul.

Revendications

[Revendication 1] Utilisation d'une marne comprenant :

- plus de 45% en poids de calcite ; et
- au moins 1% en poids de kaolinite ;

pour la préparation d'un matériau pouzzolanique.

[Revendication 2] Utilisation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la marne contient au moins 50% en poids de calcite.

[Revendication 3] Utilisation selon la revendication 2, caractérisée en ce que la marne contient au moins 55% en poids de calcite.

[Revendication 4] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la marne contient au moins 2% en poids de kaolinite.

[Revendication 5] Utilisation selon la revendication 4, caractérisée en ce que la marne contient au moins 2,5% en poids de kaolinite.

[Revendication 6] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la marne contient en outre de la montmorillonite.

[Revendication 7] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la marne contient en outre de l'illite.

[Revendication 8] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que la marne contient en outre du quartz.

[Revendication 9] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la marne contient en outre de la chlorite, de la dolomite, de la microcline, de l'albite, de l'ankerite, de l'orthose, de la pyrite, de la siderite, de l'anatase et/ou de la celestine.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 919340
FR 2303489

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		
X	CN 102 674 722 B (DUNHUANG ACADEMY) 30 octobre 2013 (2013-10-30) * alinéa [0007] - alinéa [0017] * * revendication 1 * -----	1-9	C04B 14/06 C04B 14/10 C04B 14/28 C04B 7/13
A	US 3 579 619 A (HARKORT DIETRICH ET AL) 18 mai 1971 (1971-05-18) * colonne 3; exemple 1 * * revendication 1 * -----	1-9	
A	SAFHI AMINE EL MAHDI ET AL: "Elaboration of a blended binder based on marls from phosphate mines waste rocks", CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, ELSEVIER, NETHERLANDS, vol. 347, 22 juillet 2022 (2022-07-22), XP087148072, ISSN: 0950-0618, DOI: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2022.128539 [extrait le 2022-07-22] * le document en entier * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A,D	WEBER ET AL: "Microstructure and mineral composition of Roman cements produced at defined calcination conditions", MATERIALS CHARACTERIZATION, ELSEVIER, NEW YORK, NY, US, vol. 58, no. 11-12, 11 octobre 2007 (2007-10-11), pages 1217-1228, XP022294268, ISSN: 1044-5803, DOI: 10.1016/J.MATCHAR.2007.04.025 * le document en entier * -----	1-9	C04B

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
9 novembre 2023	Zimpfer, Emmanuel

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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303489 FA 919340

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 09-11-2023
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
CN 102674722	B	30-10-2013	AUCUN			
US 3579619	A	18-05-1971	AT	285417	B	27-10-1970
			BE	719525	A	16-01-1969
			CH	495299	A	31-08-1970
			DE	1646416	B1	16-04-1970
			DK	134277	B	11-10-1976
			FR	1574987	A	18-07-1969
			GB	1197823	A	08-07-1970
			NL	6809642	A	27-02-1969
			US	3579619	A	18-05-1971

EPO FORM P0465