

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 144 132

②1 N° d'enregistrement national : 22 14478

⑤1 Int Cl⁸ : C 04 B 7/00 (2023.01), C 04 B 22/00, 28/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.12.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.06.24 Bulletin 24/26.

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) : MATERRUP Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Mercé Manuel, Neuville Mathieu, Krammer Devillard Julie et Trinca Vincent.

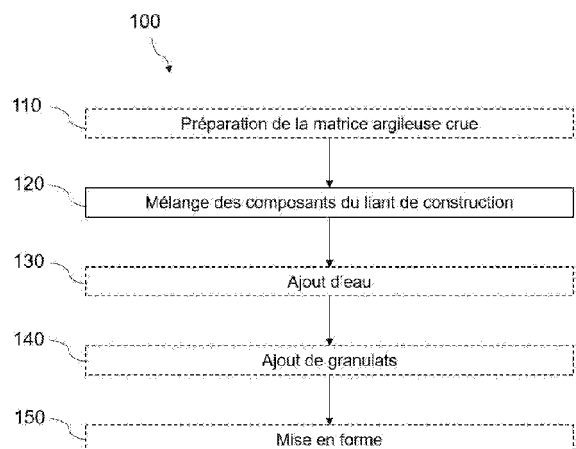
⑦3 Titulaire(s) : MATERRUP Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : A.P.I. Conseil.

⑤4 LIANT DE CONSTRUCTION ET MATÉRIAU DE CONSTRUCTION ASSOCIÉ.

⑤7 L'invention porte notamment sur un liant de construction comportant plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s), au moins 8 % en poids d'activateur(s) de préférence le(s)dit(s) activateur(s) comportant du clinker, au moins deux précurseurs, et au moins un polymère défloculant, lesdits au moins deux précurseurs comportant au moins une matrice argileuse calcinée et au moins un autre précurseur, ledit liant de construction comportant au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s). L'invention porte également sur un procédé de préparation d'un tel liant de construction et sur des matériaux de construction à base de ce liant.

Figure à publier avec l'abrégié : 1



FR 3 144 132 - A1



Description

Titre de l'invention : LIANT DE CONSTRUCTION ET MATÉRIAU DE CONSTRUCTION ASSOCIÉ

Domaine technique

[0001] L'invention concerne le domaine de la construction et plus particulièrement celui des matériaux de construction bas carbone. En particulier, elle concerne un liant de construction comportant une matrice argileuse crue, un activateur et au moins deux précurseurs dont une matrice argileuse calcinée. En outre, l'invention concerne un matériau de construction produit à partir d'un liant de construction selon l'invention.

Technique antérieure

[0002] Ci-après, nous décrivons l'art antérieur connu à partir duquel l'invention a été développée.

[0003] Le ciment est la deuxième ressource la plus consommée au monde, avec plus de 4 milliards de tonnes produites chaque année dans le monde. Cette consommation est en constante augmentation, portée par la demande croissante de logements et d'infrastructures. Le ciment est notamment utilisé pour la fabrication d'éléments de maçonnerie qui reposent sur des matériaux cimentaires en tant que liants. En raison du développement constant de nouvelles infrastructures dans la plupart des pays du monde, il existe une demande permanente pour l'approvisionnement en liants de construction, plus particulièrement des matières premières pour la formation de ciment Portland. Cependant, la production et l'utilisation du ciment Portland est associée à une empreinte environnementale élevée. Le ciment utilisé dans le domaine de la construction est généralement un ciment Portland. C'est un liant hydraulique qui, mélangé à de l'eau, durcit et prend en masse. Après durcissement, le ciment conserve sa résistance ainsi que sa stabilité et cela même exposé à l'eau. Il existe une grande variété de ciments utilisés par le monde. Néanmoins, tous les ciments conventionnels comportent un clinker à un pourcentage variant de 5 % pour certains ciments de hauts fourneaux à un minimum de 95 % pour le ciment Portland qui est le ciment aujourd'hui le plus utilisé par le monde. Le clinker résulte de la cuisson d'un mélange composé d'environ 80 % de calcaire et de 20 % d'aluminosilicates (tels que des argiles). Cette cuisson, la clinkérisation, se fait généralement à une température de plus de 1200°C, un tel processus de préparation de ciments implique donc une forte consommation énergétique. De plus, la conversion chimique du calcaire en chaux libre également du dioxyde de carbone. En conséquence, l'industrie du ciment génère environ 8% des émissions mondiales de CO₂.

[0004] En effet, il est estimé que la fabrication d'un liant de construction de type Portland

génère en moyenne 0,8 kg de CO₂ par kg de clinker de ciment Portland produit. Différentes solutions ont donc été développées pour tenter de remplacer au moins partiellement certains composants des liants de construction utilisés pour la formation des ciments de type Portland. Ces solutions visent principalement à réduire l'empreinte carbone.

- [0005] L'argile a été évitée jusqu'à récemment car de faibles concentrations suffisaient à interagir négativement avec des superplastifiants tels que les PCE utilisés dans les bétons. Ainsi, dans le béton, les argiles brutes ont été longtemps considérées comme une impureté apportée par exemple par les granulats (e.g. sable). Une faible teneur en argile inhibe l'effet des plastifiants et superplastifiants et a un impact négatif sur la demande en eau du béton. Cela induit une forte augmentation de la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un écoulement donné, aboutissant à une perte de performances mécaniques sur le produit durci. Pourtant, il a été montré récemment que la préparation de liant de construction à partir d'argile crue, ajoutée avant même l'ajout de charges, pouvait permettre la génération de matériaux de construction présentant des niveaux élevés de résistance mécanique (WO22157209, EP3932886, WO20178538, WO20141285).
- [0006] Depuis, de nouveaux liants de construction et matériaux comportant une quantité significative d'argile crue sont en cours de développement et permettent d'atteindre des empreintes carbone largement réduites.
- [0007] Afin de favoriser leur démocratisation, ces solutions bas carbone doivent pouvoir présenter une résistance mécanique au jeune âge élevée de façon à ce que les procédés industriels puissent substituer sans conséquence du ciment Portland par ces solutions bas carbone. Ainsi, il existe un besoin pour de nouveaux matériaux de construction à base d'argile crue présentant des propriétés mécaniques améliorées à jeune âge (1 jour).

Résumé de l'invention

- [0008] L'invention vise à pallier ces inconvénients. Ce qui suit présente un résumé simplifié d'aspects, de modes de réalisation et d'exemples sélectionnés de la présente invention dans le but de fournir une compréhension de base de l'invention. Toutefois, le résumé de l'invention ne constitue pas un aperçu exhaustif de tous les aspects, modes de réalisation et exemples de l'invention. Le seul but du résumé est de présenter des aspects, des modes de réalisation et des exemples sélectionnés de l'invention sous une forme concise en guise d'introduction à la description plus détaillée des aspects, des modes de réalisation et des exemples de l'invention qui suivent le résumé.
- [0009] L'invention concerne en particulier un liant de construction comportant plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s), au moins 8 % en poids d'activateur(s) (de

préférence le(s)dit(s) activateur(s) comportant du clinker), au moins deux précurseurs, et au moins un polymère défloculant, lesdits au moins deux précurseurs comportant au moins une matrice argileuse calcinée et au moins un autre précurseur, ledit liant de construction comportant au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s). Comme cela sera détaillé par la suite ces proportions massiques sont de préférence calculées par rapport au poids sec de liant de construction.

[0010] La demanderesse a développé un liant de construction bas carbone présentant une résistance mécanique au jeune âge améliorée. Le liant développé peut présenter une résistance mécanique à 28 jours quelque peu dégradée par rapport à un liant de construction de type CEM I ou CEM III A. En revanche, comme cela est illustré dans les exemples, la résistance mécanique au jeune âge d'un matériau de construction utilisant un liant de construction selon l'invention est améliorée de plus de 18 % à plus de 50 % en fonction des compositions comparativement à un CEM III A.

[0011] En effet, la substitution d'une partie de l'activateur par une matrice argileuse calcinée (e.g. métakaolin) permet, en présence de matrice argileuse crue et d'un autre précurseur (e.g. un laitier), d'augmenter la résistance mécanique au jeune âge.

[0012] Selon d'autres caractéristiques optionnelles du liant de construction, ce dernier peut inclure facultativement une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, seules ou en combinaison :

- il comporte au moins 25 % en poids de matrice argileuse crue par rapport au poids sec de liant de construction. La présence d'une telle quantité de matrice argileuse crue permet de réduire l'empreinte environnementale du liant. En outre, lorsque combinée avec la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur elle permet d'améliorer la Rc à jeune âge.
- le ou les activateur(s) sont sélectionnés parmi : clinker, CEM I; chaux, silicates tels que les silicates de sodium, et les carbonates tels que le carbonate de sodium ; ou leurs combinaisons. Comme cela est présenté dans les exemples, la combinaison de CEM I, avec une matrice argileuse crue, une matrice argileuse calcinée et un autre précurseur permet d'améliorer la Rc à jeune âge.
- il comporte au moins 30 % en poids d'activateur(s), de préférence au moins 30 % en poids de CEM I en tant qu'activateur ; par rapport au poids sec de liant de construction. Comme cela est présenté dans les exemples, la combinaison de CEM I, avec une matrice argileuse crue, une matrice argileuse calcinée et un autre précurseur permet d'améliorer la Rc à jeune âge.
- il comporte au plus 50 % en poids de CEM I ; par rapport au poids sec de liant de construction.
- il comporte au plus 15 % en poids de matrice argileuse calcinée ; par rapport

au poids sec du liant de construction. Comme cela est présenté dans les exemples, une teneur réduite en matrice argileuse calcinée peut être favorable à la Rc à jeune âge.

- il comporte au moins 10 % en poids de l'au moins un autre précurseur ; par rapport au poids sec du liant de construction. Comme cela est présenté dans les exemples, la combinaison de matrice argileuse calcinée avec une matrice argileuse crue et un autre précurseur permet est favorable à la Rc à jeune âge.
- il comporte au plus 25 % en poids de l'au moins un autre précurseur ; par rapport au poids sec du liant de construction.
- l'au moins un autre précurseur est sélectionné parmi : des laitiers tels que des laitiers de hauts fourneaux, des laitiers d'aciérie, des laitiers de cubilots ; des cendres volantes ; des pouzzolanes naturelles ; des fumées de silice ; des fillers calcaires micronisés ; des fillers siliceux ; des fillers siliceux micronisés tels que de la poudre de verre ; de la vatérite synthétique ; des terres de diatomée ; des scories broyées ou leurs combinaisons.
- l'au moins un autre précurseur est sélectionné parmi : des laitier de hauts fourneaux, du filler calcaire micronisé ; de la vatérite telle que de la vatérite micrométrique ou nanométrique ; ou leurs combinaisons.
- la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur est compris entre 0 et 0,50 (bornes non comprises). Comme cela est présenté dans les exemples, cela est favorable à la Rc à jeune âge.
- la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue sont présentes en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue est compris entre 0 et 0,33 (bornes non comprises). Comme cela est présenté dans les exemples, cela est favorable à la Rc à jeune âge.
- la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs est compris entre 0 et 0,20 (bornes non comprises), de façon préférée, le ou les activateurs comportent du clinker et la matrice argileuse calcinée et le clinker sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le clinker est compris entre 0 et 0,20 (bornes non comprises). Comme cela est présenté dans les exemples, cela est favorable à la Rc à jeune âge.
- le ou les activateurs et les précurseurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids sec entre le ou les activateurs et les précurseurs

est inférieur ou égal à 2. Comme cela est présenté dans les exemples, cela est favorable à la Rc à jeune âge.

[0013] Selon un autre objet, l'invention porte sur un procédé de préparation d'un liant de construction selon l'invention. En particulier le procédé peut comporter une étape de mélange des constituants du liant de construction puis une étape d'ajout d'eau.

[0014] Selon un autre objet, l'invention porte sur un matériau de construction formé à partir d'un liant de construction selon l'invention.

Brève description des dessins

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre et en référence aux dessins annexés, donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

[0016] [Fig.1] représente une illustration schématique d'un procédé de fabrication selon un mode de réalisation de la présente invention. Les étapes encadrées en pointillé sont facultatives.

[0017] Les figures ne respectent pas nécessairement les échelles, notamment en épaisseur, et ce à des fins d'illustration.

[0018] Des aspects de la présente invention sont décrits en référence à des organigrammes et/ou à des schémas fonctionnels de procédés selon des modes de réalisation de l'invention. Sur les figures, les organigrammes et les schémas fonctionnels illustrent l'architecture, la fonctionnalité et le fonctionnement d'implémentations possibles de systèmes et de procédés selon divers modes de réalisation de la présente invention. À cet égard, chaque bloc dans les organigrammes ou blocs-diagrammes peut représenter un système, un dispositif, un module mettant en œuvre la ou les fonctions logiques spécifiées. Dans certaines implémentations, les fonctions associées aux blocs peuvent apparaître dans un ordre différent que celui indiqué sur les figures. Par exemple, deux blocs montrés successivement peuvent, en fait, être exécutés sensiblement simultanément, ou les blocs peuvent parfois être exécutés dans l'ordre inverse, en fonction de la fonctionnalité impliquée. Chaque bloc des schémas de principe et/ou de l'organigramme, et des combinaisons de blocs dans les schémas de principe et/ou l'organigramme, peuvent être mis en œuvre par des systèmes matériels spéciaux qui exécutent les fonctions ou actes spécifiés.

Description des modes de réalisation

[0019] Ci-après, nous décrivons un résumé de l'invention et le vocabulaire associé, avant de présenter les inconvénients de l'art antérieur, puis de montrer plus en détail comment l'invention y remédie.

[0020] Dans la suite de la description, le terme « liant » ou « liant de construction » au sens de l'invention peut être compris comme une formulation permettant d'assurer

l'agglomération de matériaux entre eux, notamment lors de la prise, puis du durcissement d'un matériau de construction. Ainsi, il permet en particulier d'assurer l'agglomération du sable et autres constituants d'un matériau de construction avec les constituants du liant. Le liant selon l'invention est en particulier un liant hydraulique, c'est-à-dire que le durcissement se fait au contact de l'eau.

- [0021] L'expression « matrice argileuse », au sens de l'invention peut correspondre à un ou plusieurs matériaux rocheux à base de de phyllosilicates, de silicates hydratés ou d'aluminosilicates de structure lamellaire, ladite matrice argileuse étant composée au moins en partie de particules fines provenant en général de l'altération de silicates à charpente tridimensionnelle ou de la précipitation d'un fluide en sursaturation. Une matrice argileuse peut ainsi comporter un mélange de tels matériaux rocheux pouvant par exemple comporter de la kaolinite, de la serpentine, de la pyrophyllite, du talc, de la smectite, de la vermiculite, de l'illite, de la glauconite, du mica, de la chlorite, de la palygorskite, de la sépiolite, des interstratifiés ou leurs mélanges (Alain Meunier. Clays, 2005). . En outre, une matrice argileuse peut comporter des limons ou des silts. Une matrice argileuse peut provenir sans que cela soit limitatif de déblais de chantier, de fines de carrières, de fines argilo calcaires, de fines de lavage, de boues d'argiles, de matériaux de couverture, de matériaux d'excavation argileux tels que des terres excavées, ou de sédiments notamment des sédiments de dragage et des varves, de roches phyllosilicatées et d'altérites telles que des turbidites, des marnes, des pélites, des ruffes, des latérites, des schistes, des micaschistes.
- [0022] Au sens de l'invention, l'expression « matrice argileuse crue », pourra correspondre à une matrice argileuse n'ayant pas subi d'étape de calcination. Par exemple, cela correspond à une matrice argileuse n'ayant pas subi une montée en température supérieure à 300°C, de préférence supérieure à 200°C et plus préférentiellement une température supérieure à 150°C. En effet, la matrice argileuse crue peut subir une étape de séchage par chauffage nécessitant une montée en température généralement sensiblement égale ou inférieure à 150°C mais pas d'étape de calcination. Une matrice argileuse crue peut de préférence comporter un mélange de matériaux rocheux pouvant par exemple comporter de la kaolinite, de la serpentine, de la pyrophyllite, du talc, de la smectite, de la vermiculite, de l'illite, de la glauconite, du mica, de la chlorite, de la palygorskite, de la sépiolite, des interstratifiés ou leurs mélanges, ainsi que des limons. Au sens de l'invention, l'expression « matrice argileuse calcinée », pourra correspondre à une matrice argileuse ayant subi une étape de calcination. Par exemple, cela correspond à une matrice argileuse ayant subi une montée en température supérieure à 300°C, de préférence supérieure à 500°C et plus préférentiellement une température supérieure à 700°C. Une matrice argileuse calcinée peut être formée à partir d'un mélange de matériaux rocheux pouvant par exemple comporter de la kaolinite, de

l'illite, de la smectite, micas tels que la muscovite, de la bentonite, de la chlorite, de la vermiculite, ou leurs mélanges, ainsi que des limons.

- [0023] Au sens de l'invention, un « défloculant », peut correspondre à un composé capable de dissocier des agrégats et des colloïdes notamment en suspension aqueuse. Des agents défloculant ont par exemple été utilisés dans un contexte de forage ou d'extraction pétrolière pour rendre l'argile plus fluide et faciliter l'extraction ou le forage. L'expression « défloculant organique » peut correspondre à un défloculant comportant au moins un atome de carbone et de préférence au moins une liaison carbone-oxygène. L'expression « polymère défloculant » peut correspondre au sens de l'invention à un agent défloculant comportant au moins une répétition de monomère.
- [0024] L'expression « ciment Portland » correspond à un liant hydraulique composé principalement de silicates de calcium hydraulique dont la prise et le durcissement est rendue possible par une réaction chimique avec de l'eau. Le ciment Portland contient généralement au moins 95% en poids de clinker et au maximum 5% en poids de constituants secondaires tels que des alcalis (Na_2O , K_2O), de la magnésie (MgO), du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) ou encore diverses traces de métaux. Par exemple, le ciment Portland peut se rapporter au CEM I qui comprend généralement 95% en poids de clinker et 5% en poids de gypse moulu.
- [0025] Le terme « clinker » peut se rapporter à un constituant du ciment et provient de la cuisson d'un mélange composé de sensiblement 80 % en poids de calcaire et 20 % en poids d'aluminosilicates (tels que des argiles). Cette cuisson, la clinkérisation, se fait généralement à une température de plus de 1200°C , particulièrement énergivore et générant de fortes émissions de gaz à effet de serre. Le clinker est généralement moulu puis il peut être mélangé avec des laitiers de hauts-fourneaux afin de produire des ciments composés.
- [0026] L'expression « terre crue » peut correspondre à un matériau minéral granulaire par exemple issu de roche sédimentaire ou de dépôts sédimentaires. La terre crue présente différentes appellations en fonction de sa composition ou encore de ses origines. La terre crue pourra par exemple correspondre à des sols argileux, argilo-sableux, argilo-limoneux, limono-argileux, limono-argileux fin, limono-argilo-sableux, limoneux, limoneux fin argileux, limoneux fin, limoneux très fin, limono-sableux, sablo-limoneux, sablo-argileux et sableux. La terre crue peut correspondre aussi à des stériles (de découverte ou de production), des argiles de découverte, une terre excavée, comme une terre argileuse excavée, à des sables argileux de stations d'épuration, des boues ou encore des sédiments.
- [0027] L'expression « terre argileuse excavée » correspond au sens de l'invention à une terre argileuse obtenue suite à une étape où le sol a été creusé par exemple au cours d'opérations de dragage de sédiments, de régalements et/ou de terrassements, en vue

de construire, bâtir ou remblayer. En particulier, au sens de l'invention, la terre argileuse excavée peut être ou non déplacée hors du site d'excavation. De façon préférée et selon un avantage de l'invention, la terre excavée est utilisée sur le site d'excavation ou à une distance inférieure à 500 km, de préférence inférieure à 200 km, de façon plus préférée inférieure à 50 km. Ainsi, le procédé selon l'invention peut comporter une étape de prélèvement de terre crue et de transport de terre crue sur une distance inférieure à 500 km avant son utilisation dans le procédé. En outre, avantageusement, la terre argileuse excavée dans le cadre de l'invention est une terre argileuse excavée crue, c'est-à-dire qu'elle n'a pas subi d'étape de calcination. En particulier, c'est-à-dire qu'elle n'a fait l'objet d'aucun traitement thermique préalable. Par exemple, cela correspond à une terre argileuse n'ayant pas subi une montée en température supérieure à 300°C, de préférence supérieure à 200°C et plus préférentiellement une température supérieure à 150°C. En effet, la terre argileuse crue peut subir une étape de séchage nécessitant une montée en température généralement sensiblement égale à 150°C mais pas d'étape de calcination. Une étape de calcination pourra par exemple correspondre à un traitement thermique à plus de 600°C pendant plusieurs secondes. Une terre argileuse excavée peut présenter différents profils granulométriques. Dans le cadre de l'invention, une terre argileuse excavée pourra comporter des particules de taille supérieure à 2 µm, de préférence supérieure à 20 µm, de préférence supérieure à 50 µm et par exemple supérieure à 75 µm telle que déterminée selon la norme ASTM D422-63 ou la norme ASTM D6913-04(2009). De préférence, la terre argileuse excavée ne comporte pas de granulats de taille supérieure à 2 cm telle que déterminée selon la norme NF EN 933-1, de préférence pas de granulats de taille supérieure à 0,5 cm. Cette granulométrie peut notamment être évaluée après désagglomération et/ou broyage.

- [0028] Le terme « sable » peut se rapporter à des particules, provenant de la désagrégation de roches, dont la dimension est comprise entre 0,063 mm et 2 mm.
- [0029] Le terme « limon » peut se rapporter à des particules dont la taille des grains est intermédiaire entre les argiles et les sables (entre environ 2 et 63 micromètres).
- [0030] Le terme « micronisé » peut se rapporter à un composant du liant de construction ayant fait l'objet d'une opération visant à le transformer en un ensemble de particules micrométrique, c'est-à-dire par présentant une D50 comprise entre 1 µm et 200 µm.
- [0031] Le terme « nanométrique » peut se rapporter à un composant du liant de construction présentant une D50 comprise entre 1 nm et 200 nm.
- [0032] Le terme « D50 » correspond au diamètre médian pour lequel 50% (en volume ou en masse, de préférence en masse) des grains, particules, granulats ou sédiments ont une taille inférieure à un diamètre donné. À titre d'exemple, si une méthode d'analyse par tamisage et par sédimentométrie indique une D50 = 5,8 mm, alors 50 % des particules

de l'échantillon (en volume ou en masse, de préférence en masse) sont supérieures à 5,8 mm. D50 est généralement utilisé pour représenter la taille des particules d'un groupe de particules. Le D50 est de préférence mesurée selon la norme NF ISO 11277 (2020), selon la norme NF EN ISO 17892.4 (2018), selon la norme ASTM D422-63 ou selon la norme ASTM D6913-04(2009) ou notamment pour les particules fines la norme ISO 13320:2020 (e.g. D10 ou <math><65 \mu\text{m}</math>). Les expressions « propriété granulométrique » ou « profil granulométrique » ou « distribution de taille de particules » pourront correspondre à des valeurs de paramètres relatifs à la distribution de taille de particules, par exemple dans la matrice argileuse crue ou dans les terres crues. Il existe de nombreux de paramètres relatifs à la distribution de taille de particules tels que la D50, D10, D90.

[0033] Dans la suite de la description, le terme « % en poids » en lien avec le liant, ou bien en lien avec le matériau de construction, doit être compris comme étant une proportion par rapport au poids sec de liant. Le poids sec correspond au poids avant l'addition d'eau par exemple nécessaire à la formation du matériau de construction. Lorsque les valeurs de % en poids sont données sous la forme d'intervalles, les bornes sont comprises sauf si le contraire est spécifié.

[0034] Le terme « sensiblement égal » au sens de l'invention correspond à une valeur variant de moins de 20 % par rapport à la valeur comparée, de préférence de moins de 10 %, de façon encore plus préférée de moins de 5 %.

[0035] Le domaine de la construction se doit d'évoluer pour optimiser sa productivité tout en répondant aux enjeux sociétaux et environnementaux. Des liants de constructions appelés LC3 pour « Limestone Calcined Clay Cement » ou des liants de construction à base d'argile crue prennent de plus en plus d'importance grâce à une empreinte carbone réduite par rapport à un ciment portland classique. Toutefois ces solutions peuvent présenter des temps de prise dégradés et donc une résistance mécanique à jeune âge (e.g. 1 jour) dégradée par rapport à un ciment Portland classique (CEMI).

[0036] Face à ce constat, la demanderesse a développé une nouvelle solution permettant d'augmenter la résistance mécanique à jeune âge (e.g. 1 jour) tout en réduisant encore l'empreinte carbone de ce matériau de construction. Comme cela sera détaillé par la suite, la solution développée repose sur la préparation d'un liant comportant un mélange d'argile crue et d'argile calcinée en combinaison avec un activateur, un autre précurseur et un polymère défloculant.

[0037] Ainsi, selon un premier aspect, l'invention porte sur un liant de construction.

[0038] Un liant de construction selon la présente invention comporte une ou plusieurs matrice(s) argileuse(s) crue(s), un ou plusieurs activateur(s), au moins deux précurseurs, et au moins un polymère défloculant. En particulier, lesdits au moins deux précurseurs comportent une ou plusieurs matrices argileuses calcinées et au moins un

autre précurseur, ledit liant de construction comportant au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s).

[0039] De façon préférée, un liant de construction selon l'invention comporte plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s), au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s), au moins 8 % en poids d'activateur(s), au moins un polymère défloculant, et au moins un autre précurseur.

MATRICE ARGILEUSE CRUE

[0040] La matrice argileuse crue peut par exemple comporter au moins une espèce minérale sélectionnée parmi : Illite, Kaolinite, Smectite, Vermiculite, Chlorite, Montmorillonites, Muscovite, Halloysite, Sépiolite, et Palygorskite.

[0041] De façon préférée, la matrice argileuse crue comporte au moins deux types d'argiles sélectionnés parmi : Illite, Kaolinite, Smectite, Vermiculite, Chlorite, Montmorillonites, Muscovite, Halloysite, Sépiolite, Interstratifiés, Pyrophyllite, talcs, Serpentes et Palygorskite. Cela inclut les argiles dites interstratifiées qui sont des combinaisons complexes de plusieurs argiles. De façon encore plus préférée, la matrice argileuse crue comporte au moins une espèce minérale sélectionnée parmi : Kaolinite, Illite, Smectite, Palygorskite, Sépiolite, Chlorite, Montmorillonites, et Vermiculite.

[0042] Le tableau 1 ci-dessous présente les caractéristiques chimiques de ces espèces minérales.

[Tableaux1]

Matrice Argileuse Crue	Type d'argile	Composition
	Illite	$(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$
	Smectite	$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2, n H_2O$
	Kaolinite	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
	Vermiculite	$(Mg,Ca)_{0,7}(Mg,Fe,Al)_6(Al,Si)_8O_{22}(OH)_4, n H_2O$
	Chlorite	$(Fe,Mg,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$
	Muscovite	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$
	Halloysite	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
	Sépiolite	$Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2, n H_2O$
	Palygorskite	$(Mg,Al,Fe^{3+})_5[Si_8O_{20}](OH)_2 (OH)_4 n H_2O$

[0043] Selon un mode préféré, un liant pour matériau de construction selon l'invention comportera au moins deux types d'argiles différents et comportera de la smectite (Smectite, Bentonite, Montmorillonites), de la kaolinite, et/ou de l'illite.

[0044] Le type d'argile pourra être déterminé par les méthodes connues de la personne du métier par exemple après préparations spécifiques des échantillons selon la méthode

dite des lames orientées (cf. Thiry et al. - 2013 - Technique de préparation des minéraux argileux en vue de l'analyse par diffraction des Rayons X et introduction à l'interprétation des diagrammes). En particulier, il sera possible d'utiliser de la diffractométrie des rayons X. Par exemple les conditions suivantes pourront être utilisées :

- Appareillage : Diffractomètre, par exemple un BRUKER D8 ADVANCE (Géométrie Bragg-Brentano) ; par exemple présentant les réglages suivants : Tube au Cuivre (λ $K\alpha_1 \approx 1.54 \text{ \AA}$) Puissance du générateur : 40 kV, 40 mA ; Optiques primaires : fente fixe 0.16° ; fente de Soller 2.5° ; Optique secondaire : fente de Soller 2.5° ; Détecteur LynXeye XE-T
- Paramètres d'acquisition : Balayage de 4 à $90^\circ 2\theta$; Vitesse de balayage de $0,03^\circ 2\theta/\text{seconde}$, Temps de comptage : 480 secondes par pas ; Echantillon tournant.

[0045] La matrice argileuse crue pourra, de façon préférée, correspondre au moins en partie à une terre argileuse excavée, de préférence une terre argileuse excavée non calcinée, telle qu'une terre argileuse excavée crue traitée. La matrice argileuse crue pourra avantageusement avoir été traitée, ledit traitement étant sélectionné parmi : broyage, triage, tamisage et/ou séchage. De préférence, la matrice argileuse crue utilisée dans le liant a été broyée.

[0046] Avantageusement, la matrice argileuse crue comportera de l'argile crue broyée. De façon préférée, la matrice argileuse crue pourra présenter une D50 inférieure ou égale à $500 \mu\text{m}$, de préférence inférieure ou égale à $250 \mu\text{m}$, de façon plus préférée inférieure ou égale à $100 \mu\text{m}$ ou de façon encore plus préférée inférieure ou égale à $50 \mu\text{m}$.

[0047] En outre, la matrice argileuse crue pourra présenter une D50 supérieure ou égale à $0,1 \mu\text{m}$, de préférence supérieure ou égale à $1 \mu\text{m}$, de façon plus préférée supérieure ou égale à $10 \mu\text{m}$ ou de façon encore plus préférée supérieure ou égale à $20 \mu\text{m}$, de manière plus préférée, supérieure à $40 \mu\text{m}$. Cela permet de limiter les contraintes sur les outils productifs industriels dédiés au broyage.

[0048] De façon plus préférée, la matrice argileuse crue pourra présenter une D50 comprise entre $10 \mu\text{m}$ et $500 \mu\text{m}$, de préférence comprise entre $15 \mu\text{m}$ et $250 \mu\text{m}$, de façon plus préférée comprise entre $20 \mu\text{m}$ et $150 \mu\text{m}$ ou de façon encore plus préférée comprise entre $20 \mu\text{m}$ et $50 \mu\text{m}$. La présence d'une argile broyée de façon à atteindre de tels diamètres peut permettre d'améliorer la performance du liant de construction et du matériau de construction selon l'invention.

[0049] Avantageusement, la matrice argileuse crue pourra comporter au moins 2 % en poids de particules de limon, de préférence au moins 4 % en poids, de façon plus préférée au moins 6 % en poids. Par exemple, la matrice argileuse crue pourra comporter au plus 50 % en poids de particules de limon, de préférence au plus 30 % en poids, de façon plus préférée au plus 20 % en poids. Par exemple, la matrice argileuse crue pourra

comporter de 2 % à 50 % en poids de particules de limon, de préférence de 4 % à 30 % en poids, de façon plus préférée de 6 % à 20 % en poids. Les particules de limon sont en particulier des particules présentant un diamètre compris entre 2 µm et 63 µm.

[0050] La matrice argileuse crue pourra comporter au moins 1 % en poids de sable, de préférence au moins 2 % en poids, de façon plus préférée au moins 3 % en poids. Par exemple, la matrice argileuse crue pourra comporter au plus 70 % en poids de sable, de préférence au plus 50 % en poids, de façon plus préférée au plus 40 % en poids. Par exemple, la matrice argileuse crue pourra comporter de 1 % à 70 % en poids de particules de sable, de préférence de 2 % à 50 % en poids, de façon plus préférée de 3 % à 40 % en poids. Le sable correspond en particulier des particules présentant un diamètre compris entre 63 µm et 2 mm.

[0051] Comme cela a été mentionné, dans le cadre de la présente invention, un liant de construction comporte plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),

[0052] Par exemple, un liant de construction selon l'invention peut comporter au moins 11 % en poids de matrice argileuse crue, de préférence au moins 15 % en poids de matrice argileuse crue, de façon plus préférée au moins 20 % en poids de matrice argileuse crue, de façon encore plus préférée au moins 25 % en poids de matrice argileuse crue.

[0053] Un liant de construction selon l'invention peut comporter au plus 80 % en poids de matrice argileuse crue, de préférence au plus 70 % en poids de matrice argileuse crue, de façon plus préférée au plus 60 % en poids de matrice argileuse crue, de façon encore plus préférée au plus 50 % en poids de matrice argileuse crue.

[0054] Généralement un liant de construction selon l'invention peut comporter de 11 % à 80 % en poids de matrice argileuse crue, de préférence de 15 % à 70 % en poids de matrice argileuse crue, de façon plus préférée de 20 % à 60 % en poids de matrice argileuse crue, de façon encore plus préférée de 25 % à 50 % en poids de matrice argileuse crue, par rapport au poids sec du liant de construction.

[0055] De façon préférée, la matrice argileuse crue comporte des teneurs en argile au sens minéralogique du terme d'au moins 10 % en poids sec, de façon plus préférée d'au moins 20 % en poids sec, et de façon encore plus préférée d'au moins 30 % en poids sec. Toutefois, une matrice argileuse crue comportant de faibles teneurs en argiles au sens minéralogique pourra être utilisée. En particulier, la matrice argileuse crue peut correspondre à des fines argilos calcaires ou argilo siliceuse/quartzeuse comportant au moins 50 % en poids sec de calcaire, silice ou quartz, de préférence au moins 60%, de façon plus préférée au moins 70% ou de façon encore plus préférée au moins 80 % en poids sec de calcaire, silice ou quartz.

[0056] Avantagusement, la matrice argileuse crue utilisée présentera une humidité inférieure à 10%, de préférence inférieure à 8%, de façon plus préférée inférieure à 6% et de façon encore plus préférée inférieure à 4%. Toutefois, de façon préférée, la matrice

argileuse crue utilisée présentera une humidité supérieure à 2%. L'humidité de la matrice argileuse peut être mesurée telle que décrit dans la norme NF ISO 11465 – aout 1994 ou dans la norme ISO 12570:2000. Succinctement, la détermination du taux d'humidité est réalisée par séchage à chaud (analyse thermogravimétrique).

- [0057] Comme cela a été décrit, un liant de construction selon la présente invention comportera au moins deux précurseurs différents. En particulier, il comportera au moins une matrice argileuse calcinée qui est considérée ici comme un précurseur ainsi qu'un autre précurseur n'étant pas une matrice argileuse calcinée.
- [0058] En particulier, un liant de construction selon l'invention est tel que les précurseurs comportent au moins 4 % en poids d'une matrice argileuse calcinée et au moins 8 % en poids de l'au moins un autre précurseur, par rapport au poids sec du liant de construction.

MATRICE(S) ARGILEUSE(S) CALCINÉE(S)

- [0059] Un liant de construction selon la présente invention comporte au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s), par rapport au poids sec du liant de construction.
- [0060] Par exemple, un liant de construction selon l'invention peut comporter au moins 2 % en poids de matrice argileuse calcinée, de préférence au moins 3 % en poids de matrice argileuse calcinée, de façon plus préférée au moins 4 % en poids de matrice argileuse calcinée par rapport au poids sec du liant de construction.
- [0061] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au plus 20 % en poids de matrice argileuse calcinée, de préférence au plus 15 % en poids de matrice argileuse calcinée, de façon plus préférée au plus 12,5 % en poids de matrice argileuse calcinée, de façon encore plus préférée au plus 10 % en poids de matrice argileuse calcinée, par rapport au poids sec du liant de construction.
- [0062] Généralement, un liant de construction selon la présente invention comporte de 2 % à 20 % en poids de matrice argileuse calcinée, de préférence de 3 % à 15 % en poids de matrice argileuse calcinée, de façon plus préférée de 4% à 12,5% en poids de matrice argileuse calcinée, de façon encore plus préférée de 4 % à 10 % en poids de matrice argileuse calcinée, par rapport au poids sec du liant de construction.
- [0063] Il existe de nombreuses méthodes pour préparer une matrice argileuse calcinée et il peut exister de nombreuses matrices argileuses calcinées différentes. De façon générale, une matrice argileuse calcinée aura subi une étape de calcination à une température d'au moins 500 °C, de préférence d'au moins 600°C.
- [0064] La calcination peut être une calcination naturelle telle que pour une matrice argileuse calcinée issue d'une roche pouzzolanique naturelle. Cette matrice argileuse calcinée a généralement été formée à partir de projections basaltiques volcaniques ou de composition proche. Toutefois, de façon préférée, la calcination est une calcination anthropogène.

- [0065] La calcination peut être une calcination dite flash réalisée sur une durée inférieure à une heure, de préférence inférieure à une minute et de façon plus préférée inférieure à une seconde (e.g. généralement moins d'une seconde à proximité d'une source de chaleur à plus de 900°C après une montée initiale en température). Alternativement, le traitement thermique peut être réalisé durant plusieurs heures (e.g. au moins 3 heures, de préférence au moins 4 heures).
- [0066] Les traitements thermiques peuvent être réalisés dans des fours rotatifs, des fours à vis, des tours de calcination. Avantageusement les moyens de calcination utilisés sont alimentés par des énergies décarbonées et/ou ont fait l'objet d'un rétrofit par exemple 100 % électrique.
- [0067] En outre, la calcination peut être suivie d'une étape de refroidissement par exemple une étape de refroidissement d'au moins 3°C par minute. Ce refroidissement peut par exemple être réalisé sous la forme d'une trempe.
- [0068] De manière préférée, la matière argileuse calcinée est au moins partiellement déshydroxylée. Ainsi, la structure sous forme de feuillets à l'état crue est au moins partiellement détruite conduisant à une structure désorganisée voir amorphe. En outre, elle présente une activité pouzzolanique. En particulier, le traitement thermique de type flash peut augmenter les défauts de surface des cristallites et ainsi accroît le nombre de sites réactifs.
- [0069] La matrice argileuse calcinée peut être formée avec toutes les matrices argileuses déjà mentionnées ci-dessus. De préférence, la matrice argileuse crue qui a été calcinée comportait de la kaolinite, de la montmorillonite et/ou de l'illite. Ainsi, de préférence, la matrice argileuse calcinée comporte du metakaolin, de la metamontmorillonite ou de la metaillesite.

AUTRE PRECURSEUR

- [0070] Comme cela a été mentionné, un liant de construction selon la présente invention comporte au moins un autre précurseur, par exemple de type pouzzolane, qui n'est pas une matrice argileuse calcinée.
- [0071] Par exemple, l'au moins un autre précurseur peut correspondre à des laitiers, des fines de lavage de béton, des fines de recyclage de béton, une pouzzolane naturelle ou artificielle, des cendres, des schistes ou leurs combinaison.
- [0072] L'au moins un autre précurseur peut par exemple comporter des laitiers tels que des laitiers de hauts fourneaux, des laitiers d'aciérie ou des laitiers de cubilots, des cendres volcaniques, des cendres volantes, de la fumée de silice, des cendres de matières végétales telles que des cendres de riz, des résidus de bauxite, des fillers calcaires tels que des fillers calcaires micronisés, des fillers siliceux, des fillers siliceux micronisés tels que de la poudre de verre, de la vatérite synthétique, des terres de diatomée (e.g. diatomites), des scories broyées ou leurs combinaisons. En particulier des laitiers

d'aciérie peuvent être des laitiers d'aciérie électrique ou des laitiers d'aciérie de convertisseur à oxygène.

- [0073] De façon préférée, l'au moins un autre précurseur comporte des laitiers tels que des laitiers de hauts fourneaux, des laitiers d'aciérie, ou des laitiers de cubilot. De façon plus préférée, l'au moins un autre précurseur consiste en des laitiers tels que des laitiers de hauts fourneaux, des laitiers d'aciérie, ou des laitiers de cubilot.
- [0074] De manière préférée, le filler calcaire comporte un calcaire naturel principalement constitué de carbonate de calcium avec différents polymorphes, tel que de la calcite, vaterite et/ou de l'aragonite, mais pouvant contenir également une certaine quantité de carbonate de magnésium et/ou de dolomite. Le filler calcaire peut également être une marne naturelle.
- [0075] L'au moins un autre précurseur peut en particulier être une composition comportant au moins 30 % en poids sec de carbonate, carbonate de calcium ou de potassium, de préférence au moins 30 % en poids sec de carbonate de calcium ; de façon plus préférée au moins 50 % en poids sec de carbonate de calcium ; de façon encore plus préférée au moins 70 % en poids sec de carbonate de calcium. Dans ce mode de réalisation, l'au moins un autre précurseur est de préférence un précurseur issu de la synthèse chimique.
- [0076] Le carbonate de calcium présent dans l'au moins un autre précurseur est de préférence sous forme de vaterite. Par exemple, le carbonate de calcium peut ainsi comprendre au moins 10 % en poids de vaterite ; ou au moins 20 % en poids de vaterite ; ou au moins 30 % en poids de vaterite ; ou au moins 40 % en poids de vaterite ; ou au moins 50 % en poids de vaterite ; ou au moins 60 % en poids de vaterite ; ou au moins 70 % en poids de vaterite ; ou au moins 80 % en poids de vaterite ; ou au moins 90 % en poids de vaterite ; ou au moins 95 % en poids de vaterite ; ou au moins 99 % en poids de vaterite. La vaterite en présence d'eau, forme de l'aragonite. La vaterite peut être obtenue par tout type de méthode connue de l'homme du métier.
- [0077] En particulier, l'au moins un autre précurseur est un filler calcaire micronisés. C'est-à-dire qu'il comporte du carbonate de calcium sous forme de particules inférieures à 100 µm. Avantagusement, l'au moins un autre précurseur comporte du carbonate de calcium présent, par exemple sous forme de vaterite, sous forme de particules présentant une valeur de D50 inférieur ou égale à 25 µm, de préférence inférieur ou égale à 15 µm, de façon plus préférée inférieur ou égale à 10 µm et de façon encore plus préférée inférieur ou égale à 5 µm. La mesure de D50 peut être réalisée par toute méthode conventionnelle de détermination de la taille des particules, telle que, mais sans s'y limiter, la diffusion laser multi-détecteur ou la diffraction laser ou le tamisage. De préférence, la mesure de D50 est réalisée selon la norme ISO

13320 :2020.

- [0078] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au moins 9 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de préférence au moins 14 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon plus préférée au moins 16 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon encore plus préférée au moins 19 % en poids de l'au moins un autre précurseur.
- [0079] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au plus 35 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de préférence au plus 30 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon plus préférée au plus 27,5 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon encore plus préférée au plus 25 % en poids de l'au moins un autre précurseur.
- [0080] Généralement, un liant de construction selon la présente invention comporte de 9 % à 35 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de préférence de 14 % à 30 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon plus préférée de 16 % à 27,5 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de façon encore plus préférée de 19 % à 25 % en poids de l'au moins un autre précurseur.

ACTIVATEUR

- [0081] Comme cela a été mentionné, un liant de construction selon la présente invention comporte au moins 10 % en poids d'activateur(s).
- [0082] Le ou les activateur(s) utilisé(s) dans un liant de construction selon la présente invention peut comporter une composition d'activation alcaline.
- [0083] Avantagusement, l'activateur est une composition d'activation alcaline. Elle comporte alors de préférence au moins une base, telle qu'une base faible ou une base forte. La composition d'activation alcaline peut de préférence comporter un ou plusieurs composés présentant un pKa supérieur ou égal à 8, de façon plus préférée supérieur ou égal à 10, de façon plus préférée supérieur ou égal à 12, de façon encore plus préférée supérieur ou égal à 14. La composition d'activation pourra être ou comporter de la chaux, des carbonates, du ciment tel que du ciment Portland CEM I, du ciment composé (CEM II), du ciment de haut fourneau (CEM III/A), du ciment sursulfaté ou ettringitique, du ciment alumineux et du ciment composé (CEM V/A) conformes aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-4 ou encore au ciment à maçonner (MC) conforme à la norme NF EN 413-1.
- [0084] Le ou les activateurs utilisés dans un liant de construction selon la présente invention peut comporter du clinker, des silicates, des carbonates, des sulfates, de la gypse (ou ses formes déshydratées bassanite et anhydrite), des hydroxydes, des lactates, des organophosphorés, de la chaux et leurs combinaisons.
- [0085] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au moins 10% en poids d'activateur(s) ; de préférence au moins 15 % en poids d'activateur(s) ; de

préférence au moins 20 % en poids d'activateur(s), de préférence au moins 25 % en poids d'activateur(s), de façon plus préférée au moins 30 % en poids d'activateur(s), de façon encore plus préférée au moins 35 % en poids d'activateur(s).

[0086] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au plus 60 % en poids d'activateur(s), de préférence au plus 55 % en poids d'activateur(s), de façon plus préférée au plus 50 % en poids d'activateur(s), de façon encore plus préférée au plus 45 % en poids d'activateur(s). En particulier, il peut comporter au plus 40 % en poids d'activateur(s) et de façon plus préférée au plus 35 % en poids d'activateur(s), par rapport au poids sec de liant de construction. Par exemple, il peut comporter au plus 30 % en poids d'activateur(s) par rapport au poids sec de liant de construction.

[0087] Généralement un liant de construction selon la présente invention comporte de 10 % à 60 % en poids d'activateur(s), de préférence de 15 % à 55 % en poids d'activateur(s), de façon plus préférée de 20 % à 50 % en poids d'activateur(s), de façon encore plus préférée de 25 % à 45 % en poids d'activateur(s).

[0088] En particulier, un liant de construction selon la présente invention comporte au plus 50 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de préférence au plus 45 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon plus préférée, au plus 40 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon encore plus préférée, au plus 35 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction. Le clinker pourra avantageusement être combiné à du gypse pour former l'activateur. Le clinker pourra être utilisé sous une forme moulue ou micronisée.

[0089] Toutefois, la présence de clinker peut être bénéfique aux propriétés mécaniques du matériau de construction produit avec le liant construction. Ainsi, le liant de construction selon la présente invention peut comporter au moins 10 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de préférence au moins 15 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon plus préférée, au moins 20 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon encore plus préférée, au moins 25 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction. Par exemple, au moins 30 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction.

[0090] Par exemple, le liant de construction selon la présente invention comporte de 10 % à 55 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de préférence de 15 % à 50 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon plus préférée, de 20 % à 45 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction, de façon encore plus préférée, de 25 % à 40 % en poids de clinker par rapport au poids sec du liant de construction. Le clinker pourra avantageusement être combiné à du gypse pour former l'activateur.

[0091] Un précurseur et un activateur utilisé dans le cadre de l'invention seront de préférence des composés différents. Toutefois, le ou les précurseur(s) et activateur(s) pourront être ajoutés à une composition pour former le liant de construction sous la forme d'un seul mélange comportant les précurseur(s) et activateur(s). C'est par exemple le cas lors de l'utilisation de CEM II, CEM III, CEM IV ou CEM V.

POLYMERE DEFLOCULANT

[0092] Comme cela a été mentionné, un liant de construction selon la présente invention comporte au moins un défloculant, de préférence un défloculant organique.

[0093] La présence d'un ou de plusieurs défloculant(s) peut améliorer les performances du matériau formé à partir du liant de construction. Ainsi, avantageusement, un liant selon la présente invention comporte un défloculant organique, avantageusement un polymère défloculant.

[0094] Un liant de construction selon la présente invention peut comporter au moins 0,1 % en poids de polymère défloculant, de préférence au moins 0,25 % en poids de polymère défloculant, de façon plus préférée au moins 0,5 % en poids de polymère défloculant, de façon encore plus préférée au moins 0,75% en poids de polymère défloculant.

[0095] Un liant de construction selon la présente invention comporte par exemple au plus 7 % en poids de polymère défloculant, de préférence au plus 5 % en poids de polymère défloculant, de façon plus préférée au plus 4 % en poids de polymère défloculant, de façon encore plus préférée au plus 3 % en poids de polymère défloculant.

[0096] Généralement, un liant de construction selon la présente invention peut comporter de 0,1 % à 7 % en poids de polymère défloculant, de préférence de 0,25 % à 5 % en poids de polymère défloculant, de façon plus préférée de 0,5 % à 4 % en poids de polymère défloculant, de façon encore plus préférée de 0,75 % à 3 % en poids de polymère défloculant.

[0097] De nombreux composés peuvent faire office de polymère défloculant et beaucoup sont généralement connus de l'homme du métier.

[0098] En particulier, le polymère défloculant peut comporter une ou plusieurs chaînes poly(oxyéthylène) ou poly(oxypropylène) ; les chaînes poly(oxyéthylène) ou poly(oxypropylène) présentant une masse moléculaire d'au moins 1000 g/mol.

[0099] De façon préférée, le polymère défloculant est sélectionné parmi : un surfactant non-ionique, un surfactant anionique, un surfactant cationique, surfactant zwitterionique ou leurs combinaisons.

[0100] Dans le cadre de l'invention, le polymère défloculant est en particulier un surfactant non-ionique tel qu'un éther de polyoxyéthylène. L'éther de polyoxyéthylène peut par exemple être sélectionné parmi : un éther de lauryl poly(oxyéthylène).

[0101] Le polymère défloculant peut aussi être un agent anionique tel qu'un surfactant

anionique. En particulier, l'agent anionique peut être sélectionné parmi : des sulfonates tels que des sulfonates d'alkylaryle ou des lignosulfonates (e.g. lignosulfonates de sodium) ; des aminoalcools ; des acides gras ; des humates (e.g. humates de sodium) ; des acides carboxyliques (R-COOH) ; des polyacrylates (e.g. polyacrylate de sodium ou polyacrylate d'ammonium) ; des carboxyméthylcelluloses et leurs mélanges.

- [0102] Le polymère défloculant peut être un mélange de composés, tel qu'un mélange comportant au moins deux composés sélectionnés parmi : défloculant non-ionique, et/ou défloculant anionique.
- [0103] L'invention ne saurait se limiter aux polymères défloculants cités précédemment ou leurs sels. Tout type d'agent défloculant organique connu par l'homme du métier peut être utilisé en lieu et place desdits polymères défloculants cités précédemment.
- [0104] Les polymères défloculants utilisables selon la présente invention pourront prendre une forme solide ou une forme liquide.
- [0105] En outre, les polymères défloculant peuvent être utilisés en combinaison avec des composés complémentaires. Ces composés complémentaires peuvent par exemple comporter des alcanolamines, des glycols, du glycérol, des sucres, des acides glucidiques, des acides carboxyliques ou leurs sels.
- [0106] Les alcanolamines préférées sont par exemple choisies dans le groupe constitué par les 2-amino-2-méthyl-1-propanol ; la mono-, di- ou triéthanolamine ; les isopropanolamines (1-amino-2-propanol, diéthanolisopropanolamine, éthanol-diisopropanolamine, diisopropanolamine et triisopropanolamine), et les N-alkylated ethanolamines telles que la N-méthyl-diisopropanolamine, ou la N-méthyl-diéthanolamine, la tétrahydroxyéthyléthylènediamine, la tétrahydroxyisopropyléthylènediamine, ainsi que des mélanges de deux ou plusieurs de ces alcanolamines.
- [0107] Des exemples de glycols préférés sont le monoéthylène glycol, le diéthylène glycol, le triéthylène glycol, le tétraéthylène glycol, le pentaéthylène glycol, le polyéthylène glycol, en particulier avec ou plusieurs unités d'éthylène, par exemple le PEG 200, le néopentyl glycol, l'hexylène glycol, le propylène glycol, le dipropylène glycol et le polypropylène glycol.
- [0108] Des exemples de sucres préférés sont les sucres qui appartiennent au groupe des monosaccharides ou des disaccharides. Les exemples de sucres comprennent, sans s'y limiter, le lyxose, le gulose, le glycéraldéhyde, le thréose, l'érythrose, le xylose, le ribose, l'arabinose, l'altrose, le glucose, le mannose, l'idose, le galactose, le chitobiose, le tallose, le fructose, le sorbose, le lactose, le raffinose, le maltose, le saccharose, le lactulose, le tréhalose, le cellobiose, l'isomaltose, l'allose, le palatinose, le mannobiose et le xylobiose.
- [0109] Un exemple d'acide glucidique préféré dans le contexte de la présente invention est un monosaccharide ayant un groupe carboxyle. Il peut appartenir à l'une des classes

des acides aldoniques, des acides ursoniques, des acides uroniques ou des acides aldariques. De préférence, il s'agit d'un acide aldonique. Des exemples d'acides glucidiques comprennent, sans s'y limiter, l'acide glycérique, l'acide xylohexonique, l'acide gluconique, l'acide ascorbique, l'acide neuraminique, l'acide glucuronique, l'acide galacturonique, l'acide iduronique, l'acide tartrique, l'acide mucilagineux et l'acide saccharique. L'acide glucidique peut se présenter sous la forme de l'acide libre ou d'un sel.

- [0110] Des exemples d'acides carboxyliques préférés sont l'acide oxalique, l'acide malonique, l'acide adipique, l'acide lactique, l'acide citrique et l'acide tartrique. L'acide carboxylique peut être sous la forme de l'acide libre ou sous la forme d'un sel.

RATIO MASSIQUES PREFERES

- [0111] Comme cela est illustré dans les exemples, la demanderesse a découvert que certains ratios massiques entre les constituants du liant de construction permettent d'obtenir des propriétés avantageuses de résistance mécanique à jeune âge et à 28j.
- [0112] Par exemple, certains ratios permettent d'obtenir une R_c à 1j élevée (e.g. supérieure à 10 MPa) tout en maintenant une R_c à 28j supérieure à 22,5 MPa, 25 MPa, 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa ; telle que mesurée selon la norme NF EN 196-1.
- [0113] Avantagement, dans un liant de construction selon la présente invention, la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur est comprise entre 0 et 0,50 (bornes non comprises). En effet, comme cela est illustré dans les exemples, de tels ratios permettent d'obtenir une R_c à 1j élevée (e.g. supérieure à 10 MPa) tout en maintenant une R_c à 28j supérieure à 40 MPa.
- [0114] Avantagement, dans un liant de construction selon la présente invention, la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue sont présentes en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue est comprise entre 0 et 1 (bornes non comprises), de préférence entre 0 et 0,66 (bornes non comprises) et de façon plus préférée entre 0 et 0,33 (bornes non comprises). En effet, comme cela est illustré dans les exemples, de tels ratios massiques permettent d'obtenir une R_c à 1j élevée (e.g. supérieure à 10 MPa) tout en maintenant une R_c à 28j supérieure à 40 MPa.
- [0115] Avantagement, dans un liant de construction selon la présente invention, la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs est compris entre 0 et 1 (bornes non comprises), de préférence entre 0 et 0,8 (bornes non comprises), de façon plus préférée entre 0 et 0,6 (bornes non comprises), de façon encore plus préférée entre 0 et 0,4 (bornes non comprises). En effet, comme cela est

illustré dans les exemples, de tels ratios massiques permettent d'obtenir une Rc à 1j élevée tout en maintenant une Rc à 28j élevée. En particulier, la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs est compris entre 0 et 0,20 (bornes non comprises). En effet, comme cela est illustré dans les exemples, de tels ratios massiques permettent d'obtenir une Rc à 1j élevée (e.g. supérieure à 10 MPa) tout en maintenant une Rc à 28j supérieure à 40 MPa.

- [0116] En outre, dans un liant de construction selon la présente invention, la matrice argileuse et les précurseurs peuvent être présents en une quantité telle que le rapport massique en poids sec entre la matrice argileuse et les précurseurs est supérieur ou égal à 1, de préférence allant de 1 à 1,5.
- [0117] En outre, dans un liant de construction selon la présente invention, le ou les activateurs et les précurseurs peuvent être présents en une quantité telle que le rapport massique en poids sec entre le ou les activateurs et les précurseurs est inférieur ou égal à 3, de préférence allant de 1 à 3, de façon plus préférée de 1,1 à 2,5.
- [0118] En outre, dans un liant de construction selon la présente invention, la matrice argileuse et le ou les activateurs peuvent être présents en une quantité telle que le rapport massique en poids sec entre la matrice argileuse et le ou les activateurs est supérieur ou égal à 0,5, de préférence allant de 0,5 à 1, de façon plus préférée de 0,5 à 0,75.

COMPOSITIONS PREFEREES

- [0119] Comme cela est illustré dans les exemples, les liants de construction selon la présente invention permettent d'atteindre des résistances mécaniques, telles que mesurées selon la norme NF EN 196-1, d'au moins 6 MPa à 1 jour. De façon préférée, les liants de construction selon la présente invention permettent d'atteindre des résistances mécaniques, telles que mesurée selon la norme EN 196-1, d'au moins 8 MPa à 1 jour, de façon plus préférée d'au moins 9 MPa à 1 jour, et de façon encore plus préférée d'au moins 10 MPa à 1 jour, par exemple d'au moins 11 MPa à 1 jour.
- [0120] En outre, comme cela est illustré dans les exemples, les liants de construction selon la présente invention permettent d'atteindre des résistances mécaniques, telles que mesurée selon la norme NF EN 196-1, d'au moins 38 MPa à 28 jours. De façon préférée, les liants de construction selon la présente invention permettent d'atteindre des résistances mécaniques, telles que mesurée selon la norme NF EN 196-1, d'au moins 39 MPa à 28 jours, de façon plus préférée d'au moins 40 MPa à 28 jours, et de façon encore plus préférée d'au moins 41 MPa à 28 jours.
- [0121] Des compositions permettant d'atteindre de telles valeurs préférées sont décrites ci-après.
- [0122] L'invention porte également sur un liant de construction comportant :

- plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),
 - au moins 10 % en poids d'activateur(s), de préférence au moins 10 % en poids de clinker,
 - au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s),
 - au moins un autre précurseur, de préférence sélectionné parmi laitiers de hauts fourneaux, laitiers de cubilots, laitiers d'aciérie, cendres volantes, pouzzolanes naturelles, fumées de silice, fillers calcaires micronisés ; vatérite synthétique, ou leurs combinaisons ; et
 - au moins un polymère défloculant, de préférence sélectionné parmi des polymères défloculants anioniques et/ou zwitterionique ;
- par rapport au poids de liant de construction.

[0123] L'invention porte également sur un liant de construction comportant :

- plus de 20 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),
 - de 20 % à 55 % en poids de clinker,
 - au moins 4 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s),
 - au moins 8 % en poids de l'au moins un autre précurseur, de préférence sélectionné parmi laitiers de hauts fourneaux, laitiers de cubilots, laitiers d'aciérie, cendres volantes, pouzzolanes naturelles, fumées de silice, fillers calcaires micronisés ; vatérite synthétique, ou leurs combinaisons ; et
 - au moins un polymère défloculant, de préférence sélectionné parmi des polymères défloculants anioniques et/ou zwitterionique ;
- par rapport au poids de liant de construction.

[0124] L'invention porte également sur un liant de construction comportant :

- Au moins 20% en poids, de préférence de 25 % à 35 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),
 - de 35 % à 55 % en poids d'activateur(s), de préférence de 35 % à 55 % en poids de clinker,
 - de 2,5 % à 15 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s),
 - de 8 % à 25 % en poids d'au moins un autre précurseur, de préférence sélectionné parmi laitiers de hauts fourneaux, laitiers de cubilots, laitiers d'aciérie, cendres volantes, pouzzolanes naturelles, fumées de silice, fillers calcaires micronisés ; vatérite synthétique, ou leurs combinaisons ; et
 - de 0,50 % à 4 % en poids d'au moins un polymère défloculant, de préférence sélectionné parmi des polymères défloculants anioniques et/ou zwitterionique ;
- par rapport au poids de liant de construction.

[0125] L'invention porte également sur un liant de construction comportant :

- de 25 % à 35 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),

- de 40 % à 55 % en poids d'activateur(s), de préférence de 40 % à 55 % en poids de clinker,
- de 2,5 % à 7,5 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s),
- de 10 % à 25 % en poids d'au moins un autre précurseur, de préférence sélectionné parmi laitiers de hauts fourneaux, laitiers de cubilots, laitiers d'aciérie, cendres volantes, pouzzolanes naturelles, fumées de silice, fillers calcaires micronisés ; vatérite synthétique, ou leurs combinaisons ; et
- de 0,50 % à 4 % en poids d'au moins un polymère défloculant, de préférence sélectionné parmi des polymères défloculants anioniques et/ou zwitterionique ;

par rapport au poids de liant de construction.

[0126] L'invention porte également sur un liant de construction comportant :

- de 27,5 % à 32,5 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s),
- de 42,5 % à 52,5 % en poids d'activateur(s), de préférence de 42,5 % à 52,5 % en poids de clinker,
- de 4 % à 6 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s),
- de 12,5 % à 22,5 % en poids d'au moins un autre précurseur, de préférence sélectionné parmi laitiers de hauts fourneaux, laitiers de cubilots, laitiers d'aciérie, cendres volantes, pouzzolanes naturelles, fumées de silice, fillers calcaires micronisés ; vatérite synthétique, ou leurs combinaisons ; et
- de 0,50 % à 3 % en poids d'au moins un polymère défloculant, de préférence sélectionné parmi des polymères défloculants anioniques et/ou zwitterionique ;

par rapport au poids de liant de construction.

[0127] **Selon un autre aspect**, l'invention porte sur un procédé de préparation d'un liant de construction selon l'invention. En outre, le procédé selon l'invention peut comporter des étapes permettant la formation d'un matériau de construction à partir du liant de construction selon l'invention.

[0128] Plusieurs modes de réalisation, préférés ou non, ont été décrits précédemment en relation avec le liant de construction selon l'invention. Ainsi, un procédé de préparation du liant de construction selon l'invention peut comprendre, seul ou en combinaison, chacune des caractéristiques décrites ci-dessus en relation avec un liant de construction selon l'invention et ses constituants.

[0129] Comme illustré à la [Fig.1], le procédé de préparation 100 selon l'invention comporte au moins une étape de mélange 120 des composants du liant de construction.

[0130] En outre, le procédé de préparation 100 selon l'invention pourra comporter des étapes de préparation 110 de la matrice argileuse crue, d'ajout d'eau 130 aux composants du liant de construction, d'ajout de granulats 140 et une étape de mise en

forme 150.

- [0131] Comme illustré à la [Fig.1], le procédé de préparation 100 selon l'invention peut comporter une étape de préparation 110 de la matrice argileuse crue.
- [0132] En particulier, l'étape de préparation 110 de la matrice argileuse crue peut comporter une modification des teneurs des différentes fractions granulométriques de la matrice argileuse crue. La matrice argileuse crue pourra avantageusement avoir été prétraitée. De préférence, le prétraitement est sélectionné parmi : broyage, triage, tamisage et/ou séchage de la matrice argileuse. Le prétraitement peut par exemple comporter un fractionnement. L'étape de préparation 110 peut être réalisée généralement avec des démotteurs, sécheurs, cribles, et/ou broyeurs. Le séchage pourra notamment permettre une réduction du taux d'humidité de la matrice argileuse crue sans réaliser de montée en température supérieure à 500°C. Le sécheur sera par exemple un sécheur rotatif.
- [0133] La matrice argileuse crue séchée pourra avantageusement subir une étape de criblage par exemple au sein d'un crible. Cette étape permettra de préférence d'éliminer les granulats présentant un diamètre supérieur ou égal à 2 cm, de façon plus préférée un diamètre supérieur ou égal à 1 cm. Le crible sera par exemple un crible rotatif.
- [0134] Le broyage pourra par exemple être réalisé grâce à un broyeur à marteaux, un broyeur à boulets ou encore un broyeur à barres. Comme cela sera détaillé, le broyage peut être réalisé de façon à contrôler la D50 des matières utilisées. De façon préférée, lors de la formation du liant, la matrice argileuse crue pourra présenter une D50 inférieure ou égale à 200 µm, de préférence inférieure ou égale à 150 µm, de façon plus préférée inférieure ou égale à 100 µm, de façon encore plus préférée inférieure ou égale à 80 µm.
- [0135] Un procédé de préparation 100 de la matrice argileuse crue selon l'invention comporte une étape de mélange 120 des composants du liant de construction. En particulier, cette étape de mélange 120 peut être réalisée quelques instants avant l'utilisation du liant. Alternativement, l'étape de mélange 120 peut être réalisée bien avant, et le liant ainsi formé conservé à l'état sec pour être mélangé ultérieurement. De façon préférée, le procédé selon l'invention utilise un liant formé extemporanément. Alternativement, le procédé selon l'invention permet la formation d'un liant qui sera utilisé au moins 6 heures, de préférence au moins 24 heures après sa préparation et par exemple sur un autre site.
- [0136] L'étape de mélange 120 peut être réalisée généralement avec un organe de mélange tel un malaxeur ou un mélangeur, par exemple un mélangeur à poudre. En particulier, un procédé selon l'invention pourra comporter l'utilisation de trémies, de moyen(s) de pesage, de moyen de dosage volumétrique, de moyens de transport tels que des vis sans fin et/ou des systèmes aérauliques, de mélangeur et/ou de malaxeur.
- [0137] L'étape de mélange 120 est généralement réalisée sur une durée suffisante pour créer

un mélange intime entre les différents constituants du liant. Les paramétrages pour arriver à un tel résultat pourront varier en fonction des constituants du liant. L'étape de mélange 120 pourra comporter un mélange des constituants du liant pendant au moins 5 secondes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats, de préférence pendant au moins 10 secondes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats, de façon plus préférée pendant au moins 20 secondes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats et de façon encore plus préférée pendant au moins 30 secondes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats. Le mélange se fera généralement sur une durée inférieure ou égale à 20 minutes, de préférence pendant au plus 15 minutes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats, de façon plus préférée pendant au plus 10 minutes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats et de façon encore plus préférée pendant au plus 5 minutes avant l'ajout d'eau et/ou de granulats.

- [0138] En particulier, l'étape de mélange 120 pourra être réalisée en plusieurs sous-étapes. Par exemple, dans un premier temps, le procédé pourra comporter un pré-mélange d'une matrice argileuse crue et d'au moins un défloculant. En outre, lors de ce pré-mélange, le procédé selon l'invention pourra avantageusement comporter l'ajout d'au moins un activateur. De préférence, ce prémélange ne sera pas hydraté.
- [0139] Comme illustré à la [Fig.1], un procédé de préparation 100 selon l'invention pourra comporter une étape d'ajout d'eau 130. En particulier, cette étape d'ajout d'eau 130 permet d'initier l'hydratation du ciment qui conduit à la prise et au durcissement du ciment ou du béton par la formation de constituants hydratés qui ont des propriétés liantes mais aussi assurer la maniabilité du liant frais ou béton frais pour faciliter sa mise en place.
- [0140] En particulier, cette étape d'ajout d'eau 130 permet d'atteindre un rapport E/C, c'est-à-dire un rapport massique entre eau et matières sèches compris entre 0,3 et 0,7, de préférence entre 0,4 et 0,6.
- [0141] Comme illustré à la [Fig.1], un procédé de préparation 100 selon l'invention pourra comporter une étape d'ajout de granulats 140. En particulier, cette étape d'ajout de granulats 140 permet de générer un matériau de construction à partir du liant de construction.
- [0142] Les granulats pourront en outre comporter des granulats minéraux, c'est-à-dire principalement constitués de matière minérale et/ou des granulats végétaux, c'est-à-dire principalement constitués de matière d'origine végétale. Les granulats pourront aussi comporter des granulats marins, c'est-à-dire principalement constitués de matière organique ou inorganique provenant des fonds marins telles que des granulats siliceux et des substances carbonatées (e.g. maërl et sables coquilliers).
- [0143] Les granulats minéraux pourront par exemple correspondre à du sable, des gravillons, des graviers, des fillers (ou matériaux fins), des poudres, déchets fossilisés

et à leur combinaison.

- [0144] Les granulats végétaux pourront par exemple correspondre à du bois (copeaux ou fibres), du chanvre tel que du chanvre à graine, de la paille, de la laine tel que de la laine de mouton, de la chènevotte de chanvre, du miscanthus, du tournesol, du typha, du maïs, du lin tel que du lin oléagineux, des balles de riz, des balles de blé, du colza, des algues, du bambou, la ouate de cellulose, du tissu défibré et à leur combinaison.
- [0145] Comme illustré à la [Fig.1], un procédé de préparation 100 selon l'invention pourra comporter une étape de mise en forme 150. En particulier, cette étape de mise en forme 150 n'est pas obligatoire mais peut être mise en œuvre lors d'utilisation sous forme de systèmes constructifs ou éléments de préfabrication ou lors de la réalisation de traitements de surface divers comme du béton balayé.
- [0146] Ainsi, selon **un autre aspect**, l'invention porte sur un **matériau de construction** susceptible d'être fabriqué par le procédé 100 selon l'invention. En particulier, l'invention porte sur un matériau de construction fabriqué par le procédé 100 selon l'invention. De façon préférée, l'invention porte sur un matériau de construction fabriqué en utilisant un liant de construction selon l'invention. Les matériaux de construction peuvent par exemple être sélectionnés parmi : un mortier, un enduit, un plâtre, un isolant, un béton allégé, un élément de préfabrication ou une peinture minérale.
- [0147] Avantagement, le liant de construction selon l'invention est utilisé pour former un matériau de construction de façon à ce que les charges (ou granulats) représentent entre 200% et 900% en poids du liant de construction. Par exemple, dans un matériau de construction selon l'invention, le liant de construction selon l'invention représente de préférence entre 10% et 33% en poids du matériau de construction.
- [0148] En particulier, un matériau de construction formé à partir du liant de construction selon l'invention comportera au moins 4 % en poids d'argile crue et au moins 1 % en poids d'argile calcinée. De préférence, le matériau de construction comportera au moins 5 % en poids d'argile crue et au moins 1 % en poids d'argile calcinée. De préférence, il comporte moins de 5 % en poids d'argile calcinée.
- [0149] Le matériau de construction selon l'invention peut présenter une résistance minimale à la compression sur cylindres à 1 jour telle que mesurée par la norme NF EN 206-1 supérieure ou égale à 8 MPa ; de préférence supérieure ou égale à 9 MPa, de préférence supérieure ou égale à 10 MPa.
- [0150] En outre, le matériau de construction selon l'invention peut présenter une résistance minimale à la compression sur cylindres à 28 jours telle que mesurée par la norme NF EN 206-1 supérieure ou égale à 39 MPa, de préférence supérieure ou égale à 40 MPa.
- [0151] Le liant de construction selon l'invention peut être utilisé pour la fabrication de :
- Matériau de construction isolant : liant selon l'invention et granulats légers de

- type « végétaux ou poreux » ;
- Mortier et bétons projetés par voie sèche ou humide,
 - Béton/mortier coulé,
 - Béton/mortier compacté,
 - Béton/mortier extrudé,
 - Enduits, coulis, colle,
 - Mousse de béton,
 - Béton allégé : le liant de construction selon l'invention peut par exemple comporter paille, balle de riz, chenevotte, algues, copeaux bois, tournesol, sargasse, roseau, balles de blé ou autres céréales et leurs mélanges ;
 - Béton fibré fibres carbone, verre, polypropylène, lin, chanvre, yucca, jute, kenaf, ampélodesmos de Mauritanie, coco, palmier à huile, dattier à huile, banane et ananas...
 - Béton performance haute-température,
 - Chape liquide, Mortier,
 - Systèmes constructifs ou éléments de préfabrication : fabrication de blocs ou plaques de bétons en usine à partir du liant selon l'invention tels que des poteaux comportant notamment des fumées de silice, Béton terre, un couplage Ossature bois / Béton terre, des parois en mortier terre, du Béton en Terre armée,
 - Peinture minérale, et
 - Modules d'isolation.
- [0152] L'invention porte également sur l'utilisation du liant de construction selon l'invention, pour la réalisation de matériaux composites ou de blocs préfabriqués.
- [0153] Les matériaux composites sont par exemple des panneaux de construction de type panneaux préfabriqués, tandis que les blocs préfabriqués sont par exemple des linteaux de porte ou de fenêtre, des éléments de murs préfabriqués, ou tout autre élément de construction préfabriqué
- [0154] Ainsi, en particulier, l'invention porte sur un élément préfabriqué susceptible d'être formé à partir d'un liant de construction selon l'invention. Avantageusement, cet élément préfabriqué aura été formé à partir d'un liant de construction selon l'invention.
- [0155] De façon préférée, cet élément préfabriqué, tel qu'une cloison, présente une face d'une surface d'au moins 1 m², de façon plus préférée d'au moins 1,5 m², de façon encore plus préférée d'au moins 2 m².
- [0156] En outre, l'élément préfabriqué peut présenter une épaisseur comprise entre 0,3 cm et 20 cm, avantageusement entre 0,5 cm et 10 cm et de façon préférée entre 1 cm et 7 cm.
- [0157] La description qui vient d'être faite de l'invention a été détaillée de façon à ce qu'une personne du métier, ayant des compétences ordinaires dans l'art puisse, en utilisant la

description précédente et les exemples illustratifs suivants, fabriquer et utiliser les produits de la présente invention et pratiquer les méthodes revendiquées.

EXEMPLES

[0158] L'invention est décrite plus en détail ci-après en référence aux exemples expérimentaux suivants. Ces exemples sont fournis à des fins d'illustration uniquement et ne sont pas destinés à être limitatifs, sauf indication contraire. Ainsi, l'invention ne doit en aucun cas être interprétée comme étant limitée aux exemples illustratifs suivants, mais doit plutôt être interprétée comme englobant toutes les variations qui deviennent évidentes à la suite de l'enseignement fourni ici.

Préparation d'un liant de construction :

- [0159] Dans tous les exemples présentés ci-après, les formulations selon l'invention sont préparées selon un protocole identique. La matrice argileuse prétraitée à l'aide d'un broyeur émotteur ou broyeur à godet par exemple à 100 rpm puis broyée par exemple par un broyeur à lames à 1200 rpm. Les éléments supérieurs à 2 mm sont retirés. Un prémélange à sec est réalisé entre une matrice argileuse crue, une matrice argileuse calcinée, un activateur, un autre précurseur et un polymère défloculant dans des quantités prédéterminées, puis de l'eau est ajoutée et la solution est mélangée à basse vitesse, c'est-à-dire sensiblement à soixante tours par minute pendant trente secondes. Ensuite, du sable est ajouté au prémélange et le tout est mélangé à plus grande vitesse, c'est-à-dire à environ 120 tours par minute pendant une minute.
- [0160] Le rapport massique eau sur matières sèches de la composition (aussi appelée liant de construction) est ajusté à une valeur comprise entre 0,4 et 0,6. Dans un exemple particulier, le matériau de construction, un mortier, comporte 25% en poids de liant, 75 % en poids de sable ; ce mélange étant complété par de l'eau pour un rapport massique eau sur matières sèches du liant ajusté à une valeur de 0,45.
- [0161] Le mortier à base du liant de construction ainsi formé est ensuite coulé dans un moule puis laissé à maturation à température ambiante, c'est-à-dire environ 20 degrés Celsius pendant vingt-huit jours dans l'eau.
- [0162] Alternativement, le mortier peut être coulé dans un moule puis laissé à maturation pendant moins de vingt-quatre heures dans une étape de cure, à température ambiante, c'est-à-dire environ 25 degrés Celsius ou de préférence sous traitement thermique. Lors de cette étape de cure, le moule peut être rendu hermétique ou la couche supérieure du matériau de construction peut être recouverte d'un produit de cure pour en limiter/empêcher l'évaporation.
- [0163] Le tableau 2 ci-dessous présente, pour différentes formulations de liants de construction dont trois formulations comparatives (REF1, REF2, REF3) et quatre formulations selon l'invention (1, 2, 3, 4). La masse des composants relatifs à chaque for-

mulation est exprimée en pourcentage de la masse totale du liant de construction (poids sec). En outre, la valeur E/C est reportée.

[Tableaux2]

ID	Argile crue	Activateur	Metakaolin	Autre précurseur	Agent dé-floculant	E/C
CEMI	0	100% (dont 5% gypse)	0	0 %	0	0,45
CEMIII B	0	30%	0	70 %	0	0,45
REF1	29,6%	49,3%	0,0%	19,7%	1,4%	0,45
REF2	39,4%	39,5%	0,0%	19,7%	1,4%	0,45
REF3	24,6%	49,3%	24,7%	0,0%	1,4%	0,5
1	29,6%	39,4%	9,9%	19,7%	1,4%	0,45
2	29,6%	49,3%	4,9%	14,8%	1,4%	0,45
3	29,6%	44,4%	4,9%	19,7%	1,4%	0,45
4	29,6%	49,3%	9,9%	9,8%	1,4%	0,45

Méthodologie de mesure des propriétés mécaniques des liants de construction :

[0164] Une fois la maturation terminée, la résistance mécanique est mesurée. On entend par résistance mécanique d'un liant de construction, sa résistance à la compression, une telle compression étant mesurée selon la norme NF EN 196-1, pour un prisme de 40 millimètres de côté et 160 millimètres de longueur et est exprimée en Méga Pascal (MPa).

[0165] **Comparaison des liants de construction selon l'invention aux liants de construction connus :**

[0166] Le tableau 3 ci-dessous présente les résultats des résistances mécaniques à 1 jour et à 28 jours en fonction des formulations détaillées en tableau 2.

[Tableaux3]

ID	Rc 1j (MPa)	Rc 1j (Par rapport à REF1)	Rc 28j (MPa)
CEMI	>15	-	>40
CEMIIB	6	-	>40
REF1	8,11	-	45
REF2	7,94	-2,1%	36
REF3	11,4	+40,6%	35,75
1	9,6	+18,4%	39,75
2	12	+48,0%	41,75
3	11,3	+39,4%	43,5
4	12,2	+50,4%	39,75

[0167] Le tableau 3 ci-dessous montre que la formulation de référence REF1 qui ne comporte pas de métakaolin présente une Rc à 1 jour assez faible (8,11) mais une RC à 28 jours élevée. Ainsi, une formulation conjuguant Matrice argileuse Crue, Activateur, Précurseur, et défloculant permet d'atteindre de hautes résistances mécaniques à 28 jours mais la Rc à jeune âge est relativement faible. Comme cela est illustré par la REF2, l'augmentation de la quantité de matrice argileuse crue concomitante à une réduction de la quantité d'activateur entraîne une réduction de la Rc à jeune âge mais aussi de celle à 28 jours. En outre, le remplacement de l'autre précurseur par une matrice argileuse calcinée permet d'augmenter la Rc à jeune âge mais dégrade significativement la Rc à 28 jours (35,75 MPa).

[0168] L'étude des formulations selon la présente invention montre que l'utilisation combinée d'une matrice argileuse crue, d'une matrice argileuse calcinée, d'un activateur et d'un autre précurseur permet de conserver une résistance mécanique à 28 jours supérieure à 39 MPa tout en augmentant entre 18 % et 50 % la Rc à jeune âge (1 jour).

[0169] Le tableau 4 ci-dessous présente les ratios entre les différents constituants des formulations.

[Tableaux4]

ID	Rapport Argile crue / Précurseurs	Rapport Activateur / Précurseurs	Rapport Argile crue / Activateur	Rapport Argile calcinée / Autre précurseur	Rapport Argile calcinée / Argile crue	Rapport Argile calcinée / Activateur
REF 1	1,5	2,5	0,6	na	na	na
REF 2	2	2,0	1,0	na	na	na
REF 3	1	2,0	0,5	na	1,0	0,5
1	1	1,33	0,75	0,50	0,33	0,25
2	1,50	2,50	0,60	0,33	0,17	0,10
3	1,20	1,80	0,67	0,25	0,17	0,11
4	1,50	2,50	0,60	1,01	0,33	0,20

[0170] Le tableau 4 ci-dessus montre que les liants de construction présentent les meilleurs résultats lorsque certains rapports de constituants sont utilisés. En particulier, de tels rapports massiques optimaux concernent la quantité de matrice argileuse calcinée par rapport aux autres constituants du liant de construction. Ainsi, les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le rapport massique entre la matrice argileuse calcinée sur l'au moins un autre précurseur est compris de 0,5 à 1, de préférence entre 0,2 et 0,4.

[0171] Aussi un bon équilibre entre Rc à 1j et Rc à 28 jours est obtenu lorsque le rapport massique entre la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue va de 0,1 à 4, de préférence de 0,1 à 0,3, de façon plus préférée de 0,15 à 0,2. Enfin, un bon équilibre entre Rc à 1j et Rc à 28 jours est obtenu lorsque le rapport massique entre la matrice argileuse calcinée et l'activateur va de 0,05 à 3, de préférence entre 0,05 et 0,2, de façon plus préférée de 0,05 à 0,15.

[0172] L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes et applications autres que celles décrites ci-dessus. En particulier, sauf indication contraire, les différentes caractéristiques structurelles et fonctionnelles de chacune des mises en œuvre décrites ci-dessus ne doivent pas être considérées comme combinées et/ou étroitement et/ou inextricablement liées les unes aux autres, mais au contraire comme de simples juxtapo-

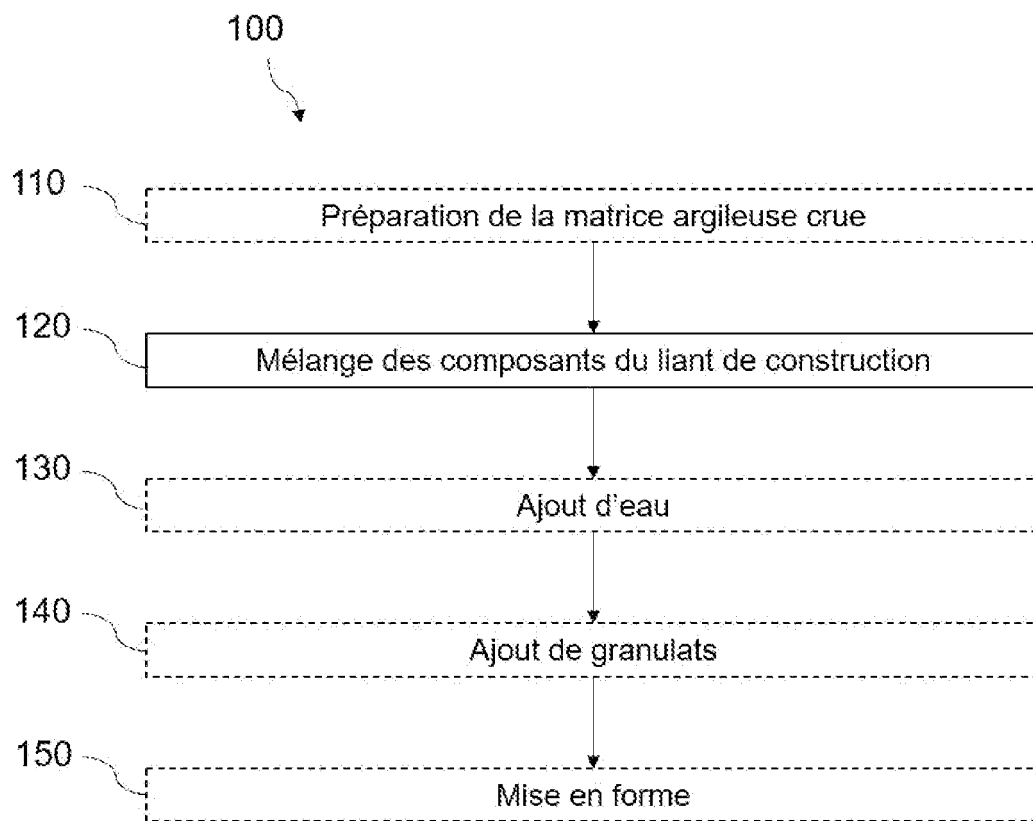
positions. En outre, les caractéristiques structurelles et/ou fonctionnelles des différents modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent faire l'objet en tout ou partie de toute juxtaposition différente ou de toute combinaison différente.

Revendications

- [Revendication 1] Liant de construction comportant plus de 10 % en poids de matrice(s) argileuse(s) crue(s), au moins 8 % en poids d'activateur(s) de préférence le(s)dit(s) activateur(s) comportant du clinker, au moins deux pré-curseurs, et au moins un polymère défloculant, lesdits au moins deux précurseurs comportant au moins une matrice argileuse calcinée et au moins un autre précurseur, ledit liant de construction comportant au moins 2 % en poids de matrice(s) argileuse(s) calcinée(s).
- [Revendication 2] Liant de construction selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte au moins 25 % en poids de matrice argileuse crue par rapport au poids sec de liant de construction.
- [Revendication 3] Liant de construction selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le ou les activateur(s) sont sélectionnés parmi : clinker, CEM I, chaux, silicates tels que le silicate de sodium, des carbonates tels que le carbonate de sodium ou leurs combinaisons.
- [Revendication 4] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins 30 % en poids d'activateur(s), de préférence au moins 30 % en poids de CEM I en tant qu'activateur ; par rapport au poids sec de liant de construction.
- [Revendication 5] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte au plus 50 % en poids de CEMI ; par rapport au poids sec de liant de construction.
- [Revendication 6] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte au plus 15 % en poids de matrice argileuse calcinée ; par rapport au poids sec du liant de construction.
- [Revendication 7] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte au moins 10 % en poids de l'au moins un autre précurseur ; par rapport au poids sec du liant de construction.
- [Revendication 8] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte au plus 25 % en poids de l'au moins un autre précurseur ; par rapport au poids sec du liant de construction.
- [Revendication 9] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'au moins un autre précurseur est sélectionné parmi : des laitiers tels que des laitiers de hauts fourneaux, des laitiers d'aciérie, des laitiers de cubilots ; des cendres volantes, des pouzzolanes naturelles, des fumées de silice, des fillers calcaires micronisés, des fillers siliceux micronisés tels que de la poudre de verre, des fillers

- siliceux, de la vatérite synthétique, des terres de diatomée, des scories broyées ou leurs combinaisons.
- [Revendication 10] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'au moins un autre précurseur est sélectionné parmi : des laitiers de hauts fourneaux, du filler calcaire micronisé ; de la vatérite telle que de la vatérite micrométrique ou nanométrique ; ou leurs combinaisons.
- [Revendication 11] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et l'au moins un autre précurseur est compris entre 0 et 0,50, bornes non comprises.
- [Revendication 12] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue sont présentes en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et la matrice argileuse crue est compris entre 0 et 0,33, bornes non comprises.
- [Revendication 13] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le ou les activateurs est compris entre 0 et 0,20, bornes non comprises ; de façon préférée, le ou les activateurs comportent du clinker et la matrice argileuse calcinée et le clinker sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids entre la matrice argileuse calcinée et le clinker est compris entre 0 et 0,20, bornes non comprises.
- [Revendication 14] Liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le ou les activateurs et les précurseurs sont présents en une quantité telle que le rapport massique en poids sec entre le ou les activateurs et les précurseurs est inférieur ou égale à 2.
- [Revendication 15] Procédé de préparation (100) d'un liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de mélange (120) des constituants du liant de construction puis une étape d'ajout d'eau (130).
- [Revendication 16] Matériau de construction formé à partir d'un liant de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 et en outre de granulats.

[Fig. 1]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 914788
FR 2214478

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	WO 2020/141285 A1 (MATERRUP [FR]) 9 juillet 2020 (2020-07-09) * page 6, ligne 30 - page 7, ligne 11 * * page 13, ligne 5 - page 15, ligne 14 * * page 20, lignes 2-7 * * page 16, ligne 17 - page 17, ligne 22 * -----	1-10, 12-16	C04B7/00 C04B22/00 C04B28/00
X	US 2018/111878 A1 (HOFFMANN DAVID [FR]) 26 avril 2018 (2018-04-26) * revendications 22,27,28,32,33; tableau 7 * -----	1-4, 8-11, 13-16	
X	WO 2016/156722 A1 (HOFFMANN JB TECH [FR]) 6 octobre 2016 (2016-10-06) * exemple 6; tableau 10 * -----	1-4, 9, 10, 12-16	
Y	WO 2022/157209 A1 (MATERRUP [FR]) 28 juillet 2022 (2022-07-28) * alinéa [0011]; tableaux 1,3 * -----	1-16	
Y	US 2012/024196 A1 (GONG WEILIANG [US] ET AL) 2 février 2012 (2012-02-02) * alinéas [0061], [0064] * -----	1-16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 juillet 2023		Theodoridou, K	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2214478 FA 914788**

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 **05-07-2023**
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
WO 2020141285 A1	09-07-2020	BR 112021012918 A2	14-09-2021
		CA 3125574 A1	09-07-2020
		CN 113454043 A	28-09-2021
		DK 3906220 T3	28-11-2022
		EP 3906220 A1	10-11-2021
		EP 4124610 A1	01-02-2023
		ES 2932011 T3	09-01-2023
		JP 2022519011 A	18-03-2022
		PL 3906220 T3	20-02-2023
		US 2022119313 A1	21-04-2022
		WO 2020141285 A1	09-07-2020
		ZA 202105390 B	30-03-2022
US 2018111878 A1	26-04-2018	CN 107646025 A	30-01-2018
		EP 3274315 A1	31-01-2018
		EP 3936487 A1	12-01-2022
		ES 2885865 T3	15-12-2021
		FR 3034094 A1	30-09-2016
		HK 1249892 A1	16-11-2018
		PT 3274315 T	08-09-2021
		US 2018111878 A1	26-04-2018
		WO 2016156722 A1	06-10-2016
WO 2016156722 A1	06-10-2016	CN 107646025 A	30-01-2018
		EP 3274315 A1	31-01-2018
		EP 3936487 A1	12-01-2022
		ES 2885865 T3	15-12-2021
		FR 3034094 A1	30-09-2016
		HK 1249892 A1	16-11-2018
		PT 3274315 T	08-09-2021
		US 2018111878 A1	26-04-2018
		WO 2016156722 A1	06-10-2016
WO 2022157209 A1	28-07-2022	AUCUN	
US 2012024196 A1	02-02-2012	CA 2768626 A1	29-07-2010
		CN 102348660 A	08-02-2012
		EP 2389345 A2	30-11-2011
		ES 2788084 T3	20-10-2020
		IL 214200 A	31-01-2017
		MX 354642 B	14-03-2018
		RU 2011134840 A	27-02-2013
		TW 201037046 A	16-10-2010
		US 2012024196 A1	02-02-2012
		US 2016152521 A1	02-06-2016
		WO 2010085537 A2	29-07-2010

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2214478 FA 914788**

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 **05-07-2023**
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
