

FASCICULE DE BREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt : 1202400036
PCT/FR2022/051533

22 Date de dépôt : 01/08/2022

30 Priorité(s) :
FR n° 21/08400 du 02/08/2021

24 Délivré le : 28/07/2024

45 Publié le : 1^{er}/11/2024

73 Titulaire(s) :
VICAT,
4 rue Aristide Bergès,
Les Trois Vallons,
38080 LISLE-D'ABEAU (FR)

72 Inventeur(s) :
JACOB, Yvan-Pierre (FR);
GUILLEMIN, Hervé (FR);
POILLOT, Julien (FR)

74 Mandataire : Cabinet NICO HALLE & CO. LAW
FIRM, 1st Floor SHALOM Building, Ancienne
Route, Opposite Pharmacie du Pont/Express
Union, B.P. 4876, DOUALA (CM).

54 Titre : Utilisation d'une fraction obtenue à partir d'un béton usagé comme sable pour la préparation de béton ou mortier.

57 Abrégé :

La présente invention a pour objet l'utilisation d'une fraction dont la granulométrie d_{10} est supérieure ou égale à 150 μm , ladite fraction présentant une perte au feu variant de 3% à 30% et comprenant : - de 20% à 80% de SiO_2 ; - de 5% à 40% de CaO ; - de 1% à 15% d' Al_2O_3 ; et - de 0,5% à 4% de Fe_2O_3 ; comme sable pour la préparation de béton ou de mortier.

UTILISATION D'UNE FRACTION OBTENUE À PARTIR D'UN BÉTON USAGÉ COMME SABLE POUR LA PRÉPARATION DE BÉTON OU MORTIER

La présente invention a pour objet la revalorisation de béton en fin de vie, et plus particulièrement l'utilisation d'une fraction obtenue à partir d'un béton usagé carbonatée comme sable de substitution pour la préparation de béton ou de mortier.

Les matériaux de construction sont des matériaux utilisés dans les secteurs du bâtiment et des travaux publics. Ils couvrent une vaste gamme de matériaux qui inclut principalement le bois, le verre, l'acier, l'aluminium, les textiles, les matières plastiques (isolants notamment) et les matériaux issus de la transformation de produits de carrières, qui peuvent être plus ou moins élaborés, notamment le béton, les mortiers et divers dérivés de l'argile tels que briques, tuiles, carrelages et divers éléments sanitaires.

Pour des raisons économiques, écologiques et climatiques, il existe depuis plusieurs années un besoin d'économiser les ressources naturelles et énergétiques, et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Cela est particulièrement vrai pour les matériaux de construction préparés à partir de liants hydrauliques tels que les bétons et mortiers dont les procédés de préparation nécessitent un important apport en énergie et en matières premières naturelles, et émettent de fortes quantités de CO₂.

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

Les ciments les plus répandus sont les ciments de type Portland. Les ciments Portland sont obtenus à partir de clinker Portland, obtenus après clinkérisation à une température de l'ordre de 1450°C d'un cru riche en carbonate de calcium dans un four. La production d'une tonne de ciment Portland s'accompagne de l'émission de très importantes quantités de CO₂ (environ 0,8 à 0,9 tonne de CO₂ par tonne de ciment dans le cas d'un CEM I).

Or, en 2014, la quantité de ciment vendu dans le monde avoisinait les 4.2 milliards de tonnes (source : Syndicat Français de l'industrie Cimentière - SFIC). Ce chiffre, en constante augmentation, a plus que doublé en 15 ans. L'industrie du ciment est donc aujourd'hui à la recherche d'une alternative valable au ciment Portland, c'est-à-dire de ciments présentant au moins les mêmes caractéristiques de résistance et de qualité que les ciments Portland, mais qui, lors de leur production, dégagent moins de CO₂.

Lors de la production du clinker, principal constituant du ciment Portland, le dégagement de CO₂ est lié :

- à hauteur de 40% au chauffage du four de cimenterie, au broyage et au transport ;
- 10 - à hauteur de 60% au CO₂ dit chimique, ou de décarbonatation.

La décarbonatation est une réaction chimique qui a lieu lorsque l'on chauffe du calcaire, principale matière première pour la fabrication du ciment Portland, à haute température. Le calcaire se transforme alors en chaux vive et en CO₂ selon la réaction chimique suivante :

- 15 La carbonatation naturelle des matériaux à base de ciment, en particulier les bétons, est un moyen potentiel de réduire l'empreinte carbone liée au processus de fabrication et à l'utilisation du ciment. Cependant, bien que les bétons préparés à partir de ces ciments se recarbonatent naturellement pendant la durée de vie des ouvrages à hauteur de 15% à 20% du CO₂ émis pendant la fabrication, le bilan carbone associé à la production de ciment Portland demeure positif. Il demeure donc
- 20 nécessaire de réduire les émissions de CO₂ lors de la production du ciment Portland et/ou d'améliorer les procédés de revalorisation de bétons en fin de vie.

Pour réduire les émissions de CO₂ liées à la production de matériaux de constructions préparés à partir de ciments Portland, plusieurs approches ont été envisagées jusqu'à présent :

- l'adaptation ou la modernisation des procédés cimentiers afin de maximiser le rendement des échanges thermiques ;
- 25 - le développement de nouveaux liants « bas carbone » tels que les ciments sulfo-alumineux préparés à partir de matières premières moins riches en calcaire et à une température de cuisson moins élevée, ce qui permet une diminution des émissions CO₂ de 35% environ ;
- ou encore la substitution (partielle) du clinker dans les ciments par des matériaux permettant de
- 30 limiter les émissions de CO₂.

Des technologies de captage et de stockage du carbone ont par ailleurs été développées pour limiter les émissions de CO₂ des cimenteries ou des centrales électriques au charbon. La demande de brevet internationale WO-A-2019/115722 décrit un procédé permettant à la fois le nettoyage de gaz d'échappement contenant du CO₂ et la fabrication d'un matériau cimentaire supplémentaire.

5 Le procédé décrit consiste à utiliser des fines de béton recyclées comprenant la fourniture de fines de béton recyclées avec dgo 1000 pm dans des stocks ou un silo en tant que produit de départ, le rinçage du produit de départ pour fournir un matériau carboné, le retrait du matériau carboné et du gaz d'échappement nettoyé, et la désagglomération du matériau carboné pour former le matériau cimentaire supplémentaire, ainsi que l'utilisation de stocks ou d'un silo contenant un produit de
10 départ de fines de béton recyclées avec dgo 1000 pm pour le nettoyage de gaz d'échappement contenant du CO₂ et la fabrication simultanée d'un matériau cimentaire supplémentaire. Cependant, ce procédé nécessite de sécher le produit carbonaté avant que celui-ci ne soit utilisable.

A la date de la présente invention, il demeure nécessaire d'identifier de nouvelles voies permettant d'abaisser significativement les émissions de CO₂ lors de la production de matériaux de
15 constructions, mais également d'améliorer les processus de recyclage de bétons usagés, lesquels peuvent avoir un impact important sur le bilan carbone associé à la production de matériaux de construction.

Dans « Feasability and performance analysis of carbonated recycled aggregate concrete », International Journal of Sustainable Engineering, 2021 , Vol.14, No.4, 761-775, les auteurs Singh
20 et al. étudient l'amélioration de la qualité des granulats grossiers de béton recyclés (type graviers) par carbonatation rapide. Trois combinaisons de mélange nommées NAC (utilisant des agrégats grossiers 100 % naturels), RAC (utilisant des agrégats grossiers recyclés à 100 %) et CRAC (utilisant des agrégats grossiers recyclés carbonatés à 100 %) sont étudiées. Les auteurs concluent que l'utilisation de granulats de béton recyclé carbonatés permet d'améliorer les propriétés non
25 destructives, mécaniques et de durabilité du RAC. Les études menées par les auteurs concernent cependant uniquement les granulats grossiers et portent sur l'intégralité de la fraction obtenue après tamisage du béton recyclé. La valorisation des fractions sableuses n'est pas évoquée.

Or, il a maintenant été trouvé de façon tout à fait surprenante que certaines fractions issues du recyclage de bétons usagés pouvaient être utilisées comme sable pour la préparation de bétons ou
30 mortiers ce qui permet de recycler les bétons usagés et préserver les ressources naturelles, pour peu que les particules les plus fines de ladite fraction soient retirées et que la fraction ainsi obtenue soit préalablement carbonatée. L'utilisation de telles fractions permet d'abaisser sensiblement le bilan carbone général associé à la production du ciment, du béton ou du mortier du fait de la captation du CO₂ émis par la cimenterie par le béton usagé tout en maintenant des propriétés

mécaniques à court, moyen et long terme du béton ou mortier finalement préparé conformes aux attentes.

Ainsi, la présente invention a pour objet l'utilisation d'une fraction dont la granulométrie d est supérieure ou égale à 150 pm, ladite fraction présentant une perte au feu variant de 3% à 30% et

5 comprenant :

- de 20% à 80% de SiO_2 ;

de 5% à 40% de CaO ;

de 1 % à 15% d'ALOs ; et

de 0,5% à 4% de Fe_2O_3 ;

10 comme sable pour la préparation de béton ou de mortier.

Contre toute attente, les fractions définies précédemment, par carbonatation d'une fraction obtenue à partir d'un matériau de construction, notamment un béton, en fin de vie, dans laquelle les particules les plus fines ont été retirées peuvent être utilisées comme sables pour la préparation de mortiers ou de bétons, ce qui permet de recycler les bétons usagés et de préserver les ressources

15 naturelles tout en maintenant les résistances

mécaniques comparables à celles de bétons ou de mortiers préparés à partir de sables classiques.

Par ailleurs, dans la mesure où, pour être utilisée comme sable, la fraction obtenue à partir des matériaux de construction usagés doit préalablement être carbonatée, cela permet d'abaisser sensiblement le bilan carbone général associé à la production de nouveaux matériaux de

20 constructions tels que du béton ou du mortier.

Dans le cadre de la présente invention :

- on entend par « sable » tout sable susceptible d'être utilisé par l'homme du métier pour la préparation de matériau de construction ;

25 - on entend par « perte au feu » la teneur cumulée en eau liée, en matières organiques, en CO_2 des carbonates (charges calcaires et partie carbonatée du matériau) et en éventuels éléments oxydables.

La perte au feu est déterminée par calcination à l'air à une température de (950 +/- 25°C) selon la méthode décrite dans la norme NF EN 196-2 (indice de classement P 15-472) - Méthodes d'essais des ciments - Partie 2 : Analyse chimique des ciments ; et

- on entend par « matériau de construction » un béton ou un mortier.

Dans le cadre de la présente invention, « dw » correspond au diamètre en-dessous duquel se trouve 10% de la masse totale des particules de l'échantillon considéré. Celui-ci peut être déterminé par toute méthode connue de l'homme du métier, notamment par granulométrie laser en voie sèche ou humide.

- 5 Dans le cadre de la présente invention, « dgo » correspond au diamètre en-dessous duquel se trouve 90% de la masse totale des particules de l'échantillon considéré. Celui-ci peut être déterminé par toute méthode connue de l'homme du métier, notamment par granulométrie laser en voie sèche ou humide.

10 Dans le cadre de la présente invention, le diamètre des particules peut être déterminé par toute méthode connue de l'homme du métier, notamment par microscopie électronique à balayage, morphogranulométrie ou par granulométrie laser.

Enfin, dans le cadre de la présente invention, les proportions exprimées en % correspondent à des pourcentages massiques par rapport au poids total de l'entité (e.g. clinker ou ciment) considérée.

15 La présente invention a donc pour objet l'utilisation d'une fraction possédant les caractéristiques, notamment granulométriques et minéralogiques, décrites précédemment comme sable pour la production de béton ou de mortier. De préférence, la présente invention a pour objet l'utilisation d'une fraction telle que définie précédemment comme sable pour la production de béton ou de mortier, ladite fraction possédant les caractéristiques suivantes, choisies seules ou en combinaison :

20 la granulométrie dw de la fraction est supérieure ou égale à 180 µm. De préférence encore, la granulométrie dw de la fraction est supérieure ou égale à 200 µm. De façon tout à fait préférée, la granulométrie dw de la fraction est supérieure ou égale à 250 µm ;

la granulométrie dgo de la fraction est inférieure ou égale à 4000 µm. De préférence encore, la granulométrie dgo de la fraction est inférieure ou égale à 3000 µm. De façon tout à fait préférée, 25 la granulométrie dgo de la fraction est inférieure à 2000 µm ; la fraction présente une perte au feu variant de 4% à 25%, de préférence encore de 6% à 20% ;

la fraction contient de 30% à 70% de SiO_2 . De préférence encore, la fraction contient de 40% à 60% de SiO_2 ;

30 la fraction contient de 10% à 30% de CaO. De préférence encore, la fraction contient de 10% à 20% de CaO ;

la fraction contient de 2% à 10% d' Al_2O_3 . De préférence encore, la fraction contient de 4% à 8% d' Al_2O_3 ;

la fraction contient de 1% à 3% de Fe_2O_3 . De préférence encore, la fraction contient de 1 % à 2,5% de Fe_2O_3 ;

- 5 la fraction contient en outre de 0,1% à 3%, de préférence de 0,5% à 2% de MgO ; la fraction contient en outre de 0,05% à 2%, de préférence de 0,1 % à 1% de TiO_2 ; la fraction contient en outre de 0,1% à 3%, de préférence de 0,5% à 2,5% de K_2O ; la fraction contient en outre de 0,05% à 2%, de préférence de 0,1% à 1% de Na_2O ; la fraction contient en outre de 0,01% à 1%, de préférence de 0,05% à 0,5% de P_2O_5 ; la fraction contient en outre de 0,005% à 0,2%, de préférence de 0,01 % à 0,1% de Mn_2O_3 ; et/ou

la fraction contient en outre de 0,05% à 3%, de préférence de 0,1 % à 1,5% de SO_3 .

- La fraction décrite ci-avant est donc obtenue par carbonatation d'une fraction obtenue à partir d'un matériau de construction, notamment un béton, en fin de vie. Ainsi, la présente invention a également pour objet un procédé de préparation d'une fraction telle que décrite précédemment, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

déferraillage et concassage du matériau de construction ;

criblage du produit concassé en vue d'obtenir une fraction au dgo souhaité ; séchage de la fraction ainsi obtenue ;

séparation grâce à un séparateur dynamique pour obtenir la fraction au d souhaité ; et

- 20 carbonatation de la fraction obtenue par avec un gaz contenant du CO_2 , tel qu'un gaz de cimenterie.

- Le déferraillage et le concassage du matériau de construction peuvent être conduits selon tout procédé connu de l'homme du métier, notamment par un cisailage des ferrailles du béton puis par un déferraillage magnétique par « overband » et enfin concassage du matériau de construction par un concasseur à percussion, par exemple, qui favorise la diminution de la taille des granulats.

- Le criblage est une opération mécanique réalisée à partir d'appareils communément appelés cribles qui permet de sélectionner les grains. Le crible ne laisse passer dans ses mailles que des éléments inférieurs à une certaine taille. Ils sont équipés de grilles perforées avec des ouvertures de taille déterminée en fonction de la dimension des grains recherchée. Il existe des cribles vibrants inclinés et des cribles vibrants horizontaux. Le criblage peut être effectué selon toute méthode connue de

l'homme du métier. De préférence, la fraction obtenue après le criblage est une fraction 0/4 mm, de préférence 0/2 mm.

Les fractions de fines sont obtenues par utilisation d'un séparateur dynamique qui permet la séparation des particules qu'il reçoit selon leur taille, forme et densité. Le produit alimentant le
 5 séparateur tombe sur le moyeu de distribution mis en rotation. La force centrifuge projette les particules : les plus grossières sont projetées vers la périphérie, leur vitesse diminue et, sous l'action de la gravité, tombent dans le cône de refus d'où elles sont évacuées pour ensuite être carbonatées. Les particules plus fines sont entraînées par l'air ascendant vers la zone de séparation où des pales de sélection à inclinaison variable leur impriment une force centrifuge supplémentaire qui élimine
 10 les particules grossières restantes. La vitesse de rotation, la ventilation et l'angle des pales de la turbine permet d'ajuster la granulométrie souhaitée. Si la ventilation du séparateur est assurée par de l'air chaud, il a également la capacité de sécher les matériaux.

La fraction décrite ci-avant peut donc être utilisée comme sable pour préparer un béton ou un mortier sans que cela n'affecte les propriétés, notamment mécaniques, dudit béton ou mortier. Le
 15 taux de substitution du sable naturel utilisé pour préparer le béton ou le mortier par la fraction décrite précédemment peut s'élever jusqu'à 70%, de préférence encore jusqu'à 50%, de façon tout à fait préférée jusqu'à 30%.

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

Exemple 1 - Fractions utilisées selon l'invention

20 Les différentes fractions ont été obtenues au laboratoire après tamisage à l'Alpine de différents « sables de béton » de granulométrie 0/2 mm selon la norme NF EN 933-10.

Un tamis avec une maille carrée de taille variable a été utilisé pour procéder à l'élimination des particules les plus fines sauf pour la fraction F-0 qui correspond au « sable de béton » brut, c'est-à-dire sans retrait des particules les plus fines.

25 Les fractions retenues par le tamis (i.e. refus) sont ensuite soumises à carbonatation par un mélange de gaz en bouteille contenant 25% de CO₂ durant 6 heures sous agitation dans un malaxeur chauffant (température fixée à 55°C).

Les compositions minéralogiques et la granulométrie de différentes fractions ainsi obtenues sont rapportées dans le Tableau 1 suivant.

	Fraction F-0	Fraction F-1	Fraction F-2	Fraction F-3
SiO ₂ (% p/p)	48,12	52,23	N.D.	64,65
CaO (% p/p)	6,15	3,67	N.D.	6,38
Al ₂ O ₃ (% p/p)	18,20	25,51	N.D.	14,06
Fe ₂ O ₃ (% p/p)	0,60	0,57	N.D.	0,76
MgO (% p/p)	1,32	1,55	N.D.	1,36
TiO ₂ (% p/p)	0,13	0,14	N.D.	0,19
K ₂ O (% p/p)	1,85	0,96	N.D.	2,34
Na ₂ O (% p/p)	0,38	0,26	N.D.	0,59
P ₂ O ₅ (% p/p)	0,06	0,09	N.D.	0,12
Mn ₂ O ₃ (% p/p)	0,04	0,04	N.D.	0,04
SO ₃ (% p/p)	0,37	0,45	N.D.	0,51
Perte au feu	19,78	14,72	N.D.	8,33
Gain CO₂ (kg/l)	20	31	23	16
d₁₀ (µm)	63	150	180	200
d₉₀ (µm)	1880	1900	1800	1900

Tableau 1 - Composition minéralogique et granulométrie des fractions F-0 à F-3.

Exemple 2 - Bétons/mortiers

Quatre bétons de type C25 XF1 ont été préparés selon un procédé classique :

- 5 le béton 1 de référence est préparé avec un ajout de sables et de granulats naturels courants ;
- le béton 2 est préparé avec les mêmes éléments que le béton 1 mais en substituant 30% du sable utilisé par la fraction F-0 ;
- le béton 3 est préparé avec les mêmes éléments que le béton 1 mais en substituant 30% du sable utilisé par la fraction F-1 ; et
- 10 le béton 4 est préparé avec les mêmes éléments que le béton 1 mais en substituant 30% du sable utilisé par la fraction F-3.

Exemple 3 - Performances mécaniques

La résistance en compression des bétons 1 à 3 a été mesurée selon la norme NF EN 12390-3 sur des éprouvettes de dimension 11x22cm après 7 et 28 jours de cure humide (20°C).

- 15 Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 2 suivant

	Rc (en MPa) à 7 jours	Rc (en MPa) à 28 jours
Béton 1	29	36,5
Béton 2	26,1	31,4
Béton 3	28,8	37,3
Béton 4	29,1	36,4

Tableau 2 - Résistances mécaniques des bétons 1 à 4

Les résistances mécaniques mesurées sont équivalentes entre le béton de référence sans sable recyclé (béton 1) et les bétons préparés avec les fractions F-1 et F-2 (bétons 3 et 4). En revanche, pour le béton préparé à partir de la fraction F-0 (béton 2), les résistances mécaniques mesurées sont nettement inférieures à ce qui peut être attendu.

En outre, en comparaison du béton 1 , les bétons 3 et 4 présentent un bilan carbone diminué respectivement de 8,5% et 10,8%.

Ces résultats démontrent que le retrait des particules les plus fines des fractions de béton recyclées permet, après carbonatation de la fraction obtenue, l'utilisation de ces fractions comme granulat pour la préparation de bétons présentant un niveau de performance acceptable tout en diminuant sensiblement leur bilan carbone.

15

20

REVENDICATIONS

1. Utilisation d'une fraction dont la granulométrie d est supérieure ou égale à 150 μm , ladite fraction présentant une perte au feu variant de 3% à 30% et comprenant :
- de 20% à 80% de SiO_2 ;
 - de 5% à 40% de CaO ;
 - de 1% à 15% d' Al_2O_3 ; et
 - de 0,5% à 4% de Fe_2O_3 ;
- 5 comme sable pour la préparation de béton ou de mortier.
2. Utilisation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la granulométrie d de la fraction est supérieure ou égale à 180 μm .
3. Utilisation selon la revendication 2, caractérisée en ce que la granulométrie d de la fraction est supérieure ou égale à 200 μm .
- 10 4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la granulométrie d_{90} de la fraction est inférieure ou égale à 4000 μm .
5. Utilisation selon la revendication 4, caractérisée en ce que la granulométrie d_{90} de la fraction est inférieure ou égale à 3000 μm .
- 15 6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la fraction présente une perte au feu variant de 4% à 25%.
7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la fraction contient de 30% à 70% de SiO_2 .
8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que la fraction contient de 10% à 30% de CaO .
- 20 9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la fraction contient de 2% à 10% d' Al_2O_3 .
10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la fraction contient de 1% à 3% de Fe_2O_3 .

11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,1 % à 3% de MgO.

12. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,05% à 2% de TiC₂.

5 13. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,1 % à 3% de K₂O.

14. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,05% à 2% de Na₂U.

10 15. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,01% à 1 % de P₂O₅.

16. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,005% à 0,2% de Mn₂C₃.

17. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que la fraction contient de 0,05% à 3% de SO₃.

15

20

25

Abstract

La présente invention a pour objet l'utilisation d'une fraction dont la granulométrie d_{10} est supérieure ou égale à 150 μm , ladite fraction présentant une perte au feu variant de 3% à 30% et comprenant : - de 20% à 80% de SiO_2 ; - de 5% à 40% de CaO ; - de 1% à 15% d' Al_2O_3 ; et - de 0,5% à 4% de Fe_2O_3 ; comme sable pour la préparation de béton ou de mortier.