

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.12.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.06.01 Bulletin 01/23.

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 :

71 Demandeur(s) : COLAS Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BENSE PIERRE.

73 Titulaire(s) :

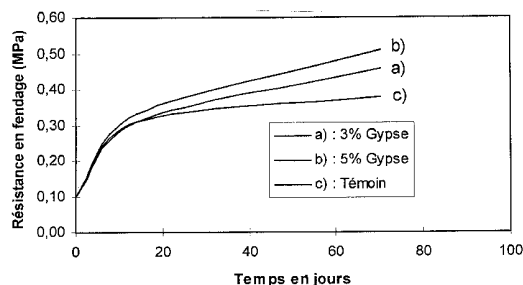
74 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

54 PROCEDE DE FABRICATION D'UNE COMPOSITION CIMENTAIRE DESTINEE AU TRAITEMENT DE
MATERIAUX A FORTE TENEUR EN ARGILE, COMPOSITION CIMENTAIRE DESTINEE A DE TELS
MATERIAUX ET GRAVE TRAITEE.

57 L'invention concerne une composition cimentaire plus
particulièrement destinée à être utilisée avec des sols à
base de latérite que l'on rencontre dans certains pays d'Afri-
que ou d'Asie et pour la fabrication de routes.

Cette composition cimentaire est réalisée à partir d'un
ciment courant et elle comporte, en masse, de 85 à 99% de
ciment courant et de 1 à 15% d'un additif choisi dans l'en-
semble formé par la famille de la chaux et la famille du sul-
fate de calcium.

L'invention concerne aussi une grave traitée réalisée
avec cette composition cimentaire et ayant une teneur en
composition cimentaire inférieure à 10%, et un procédé de
fabrication de cette composition cimentaire.



L'invention concerne un procédé de fabrication d'une composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile, une composition cimentaire destinée à de tels matériaux et une grave traitée. Ils sont plus particulièrement adaptés à la réalisation d'un ouvrage horizontal par exemple une route avec des sols latéritiques.

Pour préciser et définir cette invention:

- On désigne par " ciment(s) courant(s) " les liants hydrauliques de l'art antérieur, par exemple ceux qui sont définis dans la norme française NF P 15-301 de juin 1994.
- On désigne par " grave traitée " tout mélange de composition cimentaire et de granulats utilisable pour des constructions indépendamment de la granulométrie de ces derniers.
- Les concentrations sont exprimées en rapport de poids ou de masse du composant concerné par rapport à la masse totale du produit, composition cimentaire ou grave traitée selon les cas.

L'invention concerne un procédé de fabrication d'une composition cimentaire obtenue à partir d'un ciment courant. Ce ciment qui, lui, est plus particulièrement destiné à la construction de bâtiments, est rendu utilisable de manière très efficace pour le traitement de sols ou sables argileux destinés à la construction d'ouvrages horizontaux, tels que des routes, pistes ou autres voies de circulation ou de stationnement.

Comme sols naturellement argileux on peut citer les sols limoneux d'Europe et des sols tels que les latérites ou graveleux latéritiques d'Afrique ou d'Asie. Ces sols contiennent des concentrations variables d'argile. La composition cimentaire de l'invention permet de les utiliser, dans de bonnes conditions économiques, pour la construction de routes, de plates-formes industrielles ou maritimes, de parkings ou de soubassements de bâtiment.

A ce jour, on utilise pour ce type de construction, du ciment courant fabriqué par broyage de clinker de ciment, cuit en cimenterie, avec éventuellement des additifs tels que ceux produits par les hauts fourneaux, des fillers calcaires et des pouzzolanes.

Lors du broyage, on ajoute souvent un peu de gypse ou d'anhydrite, au taux maximum de 3% en poids, pour réguler la prise du ciment.

5 Ces ciments sont élaborés pour fabriquer des mortiers d'assemblage des pierres ou encore pour fabriquer des coulis, mortiers ou bétons de ciment dans lesquels la concentration en ciment est supérieure à 10% par rapport au poids des agrégats.

10 Dans l'industrie de construction des routes, pour des raisons économiques, il est nécessaire de développer et d'améliorer des techniques permettant la réalisation de graves traitées à faible concentration de ciment. Ces contraintes économiques sont accentuées dans des pays d'Afrique ou d'Asie et plus particulièrement dans certains d'entre eux où l'on rencontre des sols argileux, latérites ou graveleux latéritiques.

15 Or, il a été constaté que les ciments facilement disponibles pratiquement en n'importe quel point du globe, élaborés principalement pour le bâtiment et le béton, contenant beaucoup de ciment par rapport aux agrégats (plus de 10%), avec des agrégats généralement exempts de fractions argileuses, ne donnent pas de
20 résultat satisfaisant lorsqu'ils sont utilisés à un dosage plus faible que 10%.

Par ailleurs, lorsqu'on utilise une faible concentration de ciment courant, par exemple de 3 à 6%, pour traiter des latérites ou graveleux latéritiques d'Afrique, qui sont des matériaux contenant
25 parfois 20 à 25% d'argile, les performances mécaniques obtenues sur le mélange restent d'un niveau modeste et parfois insuffisant pour construire des routes à la fois économiques et durables.

On a donc cherché comment améliorer la qualité des ouvrages réalisés dans de telles conditions tout en utilisant pour
30 l'essentiel les matériaux disponibles sur place, dans leur forme et leur composition.

L'invention concerne ainsi un procédé d'obtention d'une composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile, réalisée à partir d'un ciment courant dans lequel
35 on ajoute à du ciment courant, de 1 à 15% en masse d'un additif

choisi dans l'ensemble formé par la famille de la chaux et la famille du sulfate de calcium.

Dans un premier mode de réalisation, l'additif est mélangé au ciment courant directement après broyage.

5 Selon un autre mode de réalisation, l'additif, sous la forme d'une poudre, est répandu sur le sol indépendamment du ciment.

Il est aussi intéressant, que l'additif soit ajouté sur un chantier, dans une centrale, en même temps que l'on mélange un ciment courant à un extrait de sol.

10 Conformément à un dernier mode de réalisation de ce procédé, l'additif est mélangé au ciment courant avant broyage.

Le but de l'invention est aussi de proposer une composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile, composition obtenue à partir d'un ciment courant, permettant d'obtenir des caractéristiques mécaniques supérieures.

15 Le but de l'invention est atteint par une composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile et qui comporte, en masse, de 85 à 99% de ciment courant et de 1 à 15% d'un additif choisi dans l'ensemble formé par la famille de la chaux et la famille du sulfate de calcium.

20 En effet, il a été découvert que si l'on ajoute à un ciment courant, soit pendant sa fabrication, par co-broyage, soit tout de suite après le broyage, soit plus tard, soit encore sur le chantier lors du mélange du sol avec le ciment ou lors du mélange du sol et du ciment, une quantité supplémentaire de gypse et/ou d'anhydrite ou bien de la chaux, vive ou éteinte, dans des proportions comprises entre 1% et 15% en poids, on obtient une résistance bien supérieure à celle obtenue avec des mélanges courants. De plus, le coût de cette composition cimentaire est acceptable en regard des avantages qu'il procure.

25 Dans différents modes de réalisation de l'invention, présentant chacun des avantages spécifiques, cette composition cimentaire présente les caractéristiques suivantes:

30 Si l'additif appartient à la famille du sulfate de calcium, sa teneur totale en composés sulfatiques est supérieure à 5%.

Si l'additif est de la chaux, la quantité ajoutée est de préférence comprise entre 1 et 10% en poids.

Le terme "chaux" désigne ici, aussi bien la chaux vive : CaO , la chaux éteinte : Ca(OH)_2 , le mélange de chaux éteinte et de chaux hydratée, que certaines chaux industrielles plus ou moins pures (chaux de carbure, etc...). Ce sont, pour l'essentiel, ces produits qui constituent la " famille de la chaux ".

Si l'additif est du sulfate de calcium, l'apport en " sulfate de calcium " peut être obtenu par ajout de gypse (sulfate de calcium dihydrate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), d'anhydrite (sulfate de calcium CaSO_4), ou d'un mélange de gypse et d'anhydrite qui se trouve très souvent dans les extractions naturelles. Cet ajout peut encore être fait sous forme de gypses résiduaux provenant de certaines industries (titanogypse, phosphogypse, borogypse, etc...), ou de certains mélanges industriels contenant les produits ci-dessus ainsi qu'un peu de plâtre (sulfate de calcium hémihydrate : $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$). Ce sont, pour l'essentiel, ces produits qui constituent la " famille du sulfate de calcium ".

L'invention concerne également une grave traitée ayant une teneur en composition cimentaire, en masse, inférieure à 10% dont la composition cimentaire est conforme aux définitions données plus haut.

Dans différents modes de réalisation de l'invention, présentant chacun des avantages spécifiques, cette grave traitée présente les caractéristiques suivantes :

- la grave est apportée sous forme de latérite ou de graveleux latéritique,
- sa teneur en argile, en masse, est supérieure à 10%.

La présente invention concerne donc une composition cimentaire plus efficace lorsqu'elle est utilisée avec des matériaux argileux particulièrement pour construire des ouvrages tels que des routes, des plates-formes et des parkings. On peut aussi utiliser cette composition cimentaire pour fabriquer des parpaings pour construire des maisons.

La démarche ayant conduit à l'invention est contraire aux idées reçues. En effet, il est traditionnellement admis que la chaux est un élément plutôt nocif pour faire des bétons durables, car la chaux, d'une part, se retrouve emprisonnée dans le béton et empêche, selon la loi de Gibbs, la formation d'espèces plus intéressantes sur le plan de la résistance, telles que la géhlénite hydratée, d'autre part, elle est lessivable par les eaux de pluie et finit par se carbonater à l'air, ce qui affaiblit le béton.

Or il a été trouvé que le ciment, pour avoir une efficacité améliorée, surtout lorsqu'il est présent à une faible concentration et avec des sols argileux, doit contenir un peu de chaux ou de sulfate de calcium.

Certes, on utilise couramment du sulfate de calcium dans les ciments, cela est, par exemple, explicité dans la norme NF P 15-301 citée plus haut. Toutefois, jusqu'à présent, le sulfate de calcium n'était utilisé qu'à faible dose et servait exclusivement à réguler la prise du ciment. Il était admis que des concentrations élevées de sulfate de calcium entraînent la formation du sel de Candlot (trisulfoaluminate de calcium hydraté) qui est un sel expansif susceptible de faire éclater les bétons hydrauliques et doivent donc être évitées.

C'est donc indépendamment de ce qui était connu avant l'invention, et même à l'encontre de ces connaissances, qu'il a été constaté que dans certaines conditions et particulièrement avec les sols argileux, tels que latérites, on obtient de meilleures résistances des graves traitées aux liants hydrauliques en utilisant des compositions cimentaires selon l'invention, et ceci sans les inconvénients décrits ci-avant.

Les Figures 1 à 4 représentent quatre diagrammes montrant les résultats obtenus avec des compositions cimentaires selon l'invention ou respectivement obtenues par mise en œuvre des procédés selon l'invention.

Les propriétés de la composition cimentaire de l'invention ont été prouvées et sont représentées sur les figures où la résistance

en fendage R_{tb} d'échantillons, mesurée selon la méthode normalisée NF P 18 408, est exprimée en Mégapascal (MPa)

La Figure 1 représente la résistance en fendage, en fonction du temps, d'échantillons réalisés conformément à l'invention, comparés à un échantillon témoin en faisant varier la quantité de gypse ajoutée à un ciment courant. Le gypse est ajouté à des taux respectivement de 3 et 5% en poids pour obtenir deux échantillons conformes à la composition cimentaire selon l'invention. Les échantillons sont comparés à un troisième échantillon, appelé échantillon témoin réalisé avec un ciment courant.

Sur une période d'environ 70 jours, on remarque que pendant une première phase d'environ 10 jours, la résistance en fendage R_{tb} augmente approximativement de la même façon pour les trois échantillons. Après dix ou quinze jours environ, les différences deviennent significatives. Ainsi, les échantillons a contenant 3% de gypse et b contenant 5% de gypse atteignent après 70 jours des résistances au fendage de l'ordre de 0,50 MPa alors que l'échantillon témoin n'atteint même pas 0,40 MPa.

La Figure 2 montre les résultats de mesures obtenues en faisant varier la quantité de chaux et ici encore, un échantillon témoin a été réalisé avec un ciment courant, deux échantillons ont été réalisés avec la composition cimentaire améliorée par ajout, respectivement de 5% (échantillon b) et de 10% (échantillon c) en poids de chaux. On constate que, après une trentaine de jours, l'augmentation de la résistance en fendage R_{tb} est plus forte pour les échantillons b et c, réalisé conformément à l'invention que pour l'échantillon témoin a. Ainsi, après soixante-dix jours, l'échantillon b atteint une résistance en fendage R_{tb} de l'ordre de 0,52 MPa et l'échantillon c une valeur d'environ 0,45 MPa, alors que l'échantillon témoin a n'a atteint qu'une valeur d'environ 0,38 MPa.

La Figure 3 montre la résistance d'une grave traitée préparée avec une composition cimentaire améliorée par ajout de gypse, en fonction du taux de gypse après un temps variable de prise (respectivement de 14, 28, 60 et 160 jours).

De manière complémentaire, la Figure 4 représente la résistance d'une grave traitée préparée avec une composition cimentaire améliorée par ajout de gypse en fonction du temps de prise, pour différents taux de gypse ajouté (respectivement de 4, 6, 8, 10 et 12% pour les échantillons b à f).

On constate, sur l'ensemble de ces mesures, l'amélioration significative apportée à la résistance mécanique des graves traitées par l'utilisation des compositions cimentaires conformes à l'invention. Les exemples présentés sont des compositions à base de latérite du Bénin traitée à 4% de liant. Selon les exemples présentés, les compositions cimentaires améliorées selon l'invention comprenant 5% d'ajout soit de gypse, soit de chaux éteinte, apportent au même âge une résistance mécanique en traction supérieure de 20 à 25% par rapport au ciment courant. Ceci permet d'obtenir des graves traitées plus résistantes. Sur le plan économique, l'utilisation d'une composition cimentaire selon l'invention permet de réduire le coût pour une même résistance.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile réalisée à partir d'un ciment courant, caractérisé en ce que l'on ajoute à du ciment
5 courant de 1 à 15% en masse d'un additif choisi dans l'ensemble formé par la famille de la chaux et la famille du sulfate de calcium.
2. Procédé de fabrication d'une composition cimentaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'additif est mélangé au ciment courant directement après broyage.
- 10 3. Procédé de fabrication d'une composition cimentaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'additif, sous la forme d'une poudre, est répandu sur le sol indépendamment du ciment.
4. Procédé de fabrication d'une composition cimentaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'additif est ajouté sur un
15 chantier, dans une centrale en même temps que l'on mélange un ciment courant à un extrait de sol.
5. Procédé de fabrication d'une composition cimentaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'additif est incorporé aux composants du ciment courant avant broyage.
- 20 6. Composition cimentaire destinée au traitement de matériaux à forte teneur en argile, réalisée à partir d'un ciment courant, caractérisée en ce qu'elle comporte, en masse, de 85 à 99% de ciment courant et de 1 à 15% d'un additif choisi dans l'ensemble formé par la famille de la chaux et la famille du sulfate de calcium.
- 25 7. Composition cimentaire selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'additif est de la chaux.
8. Composition cimentaire selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'additif est du sulfate de calcium.
9. Composition cimentaire selon la revendication 8, caractérisée en ce que sa teneur en composés sulfatiques est supérieure à 5%.
30
10. Grave traitée à forte teneur en argile ayant une teneur en composition cimentaire, en masse, inférieure à 10%, caractérisée en ce que la composition cimentaire est conforme à l'une quelconque des revendications 6 à 9.

11. Grave traitée selon la revendication 10, caractérisée en ce que sa teneur en argile, en masse, est supérieure à 10%.
12. Grave traitée selon la revendication 10, caractérisée en ce que la grave est un sol latéritique.

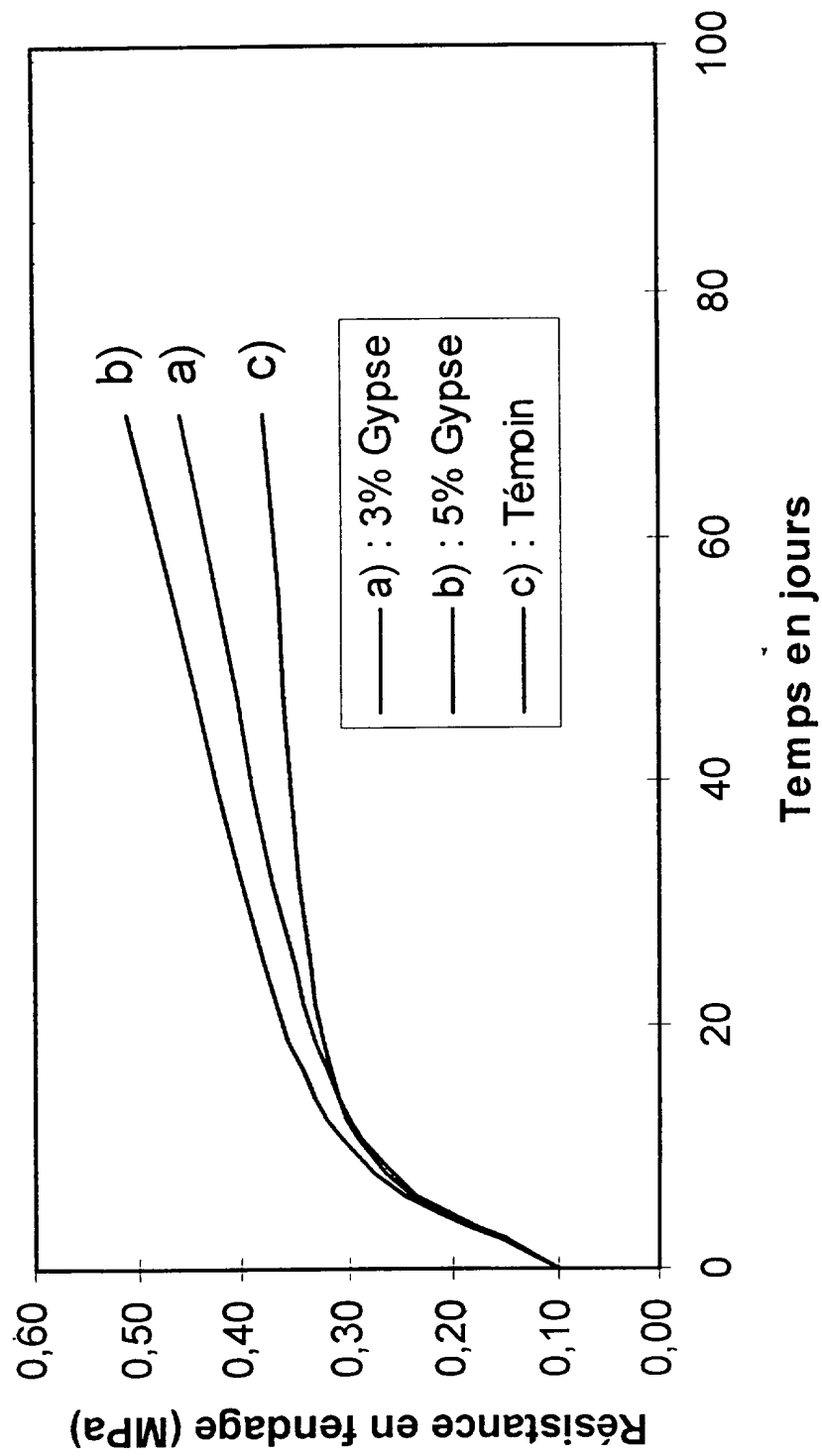


Figure 1

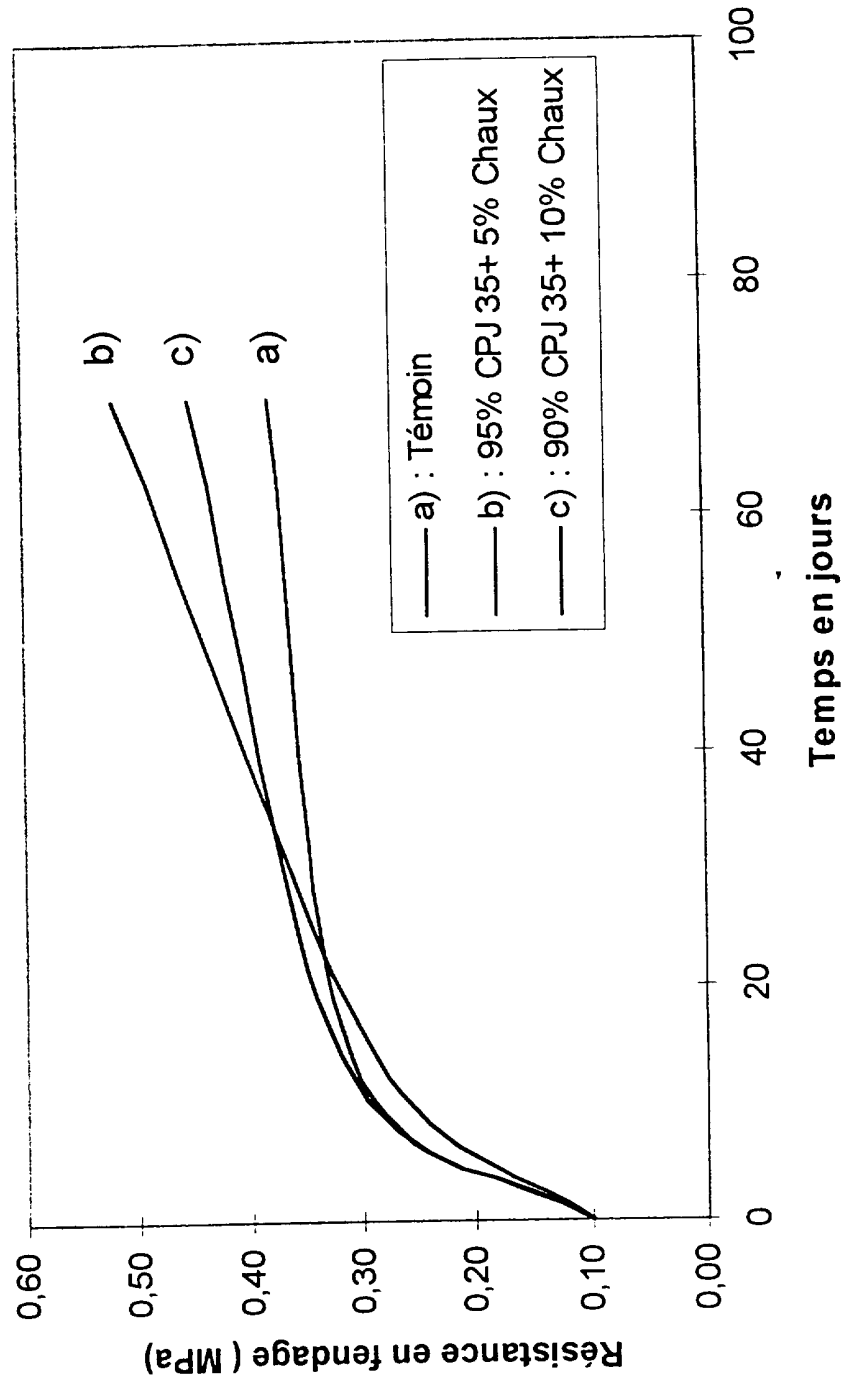


Figure 2

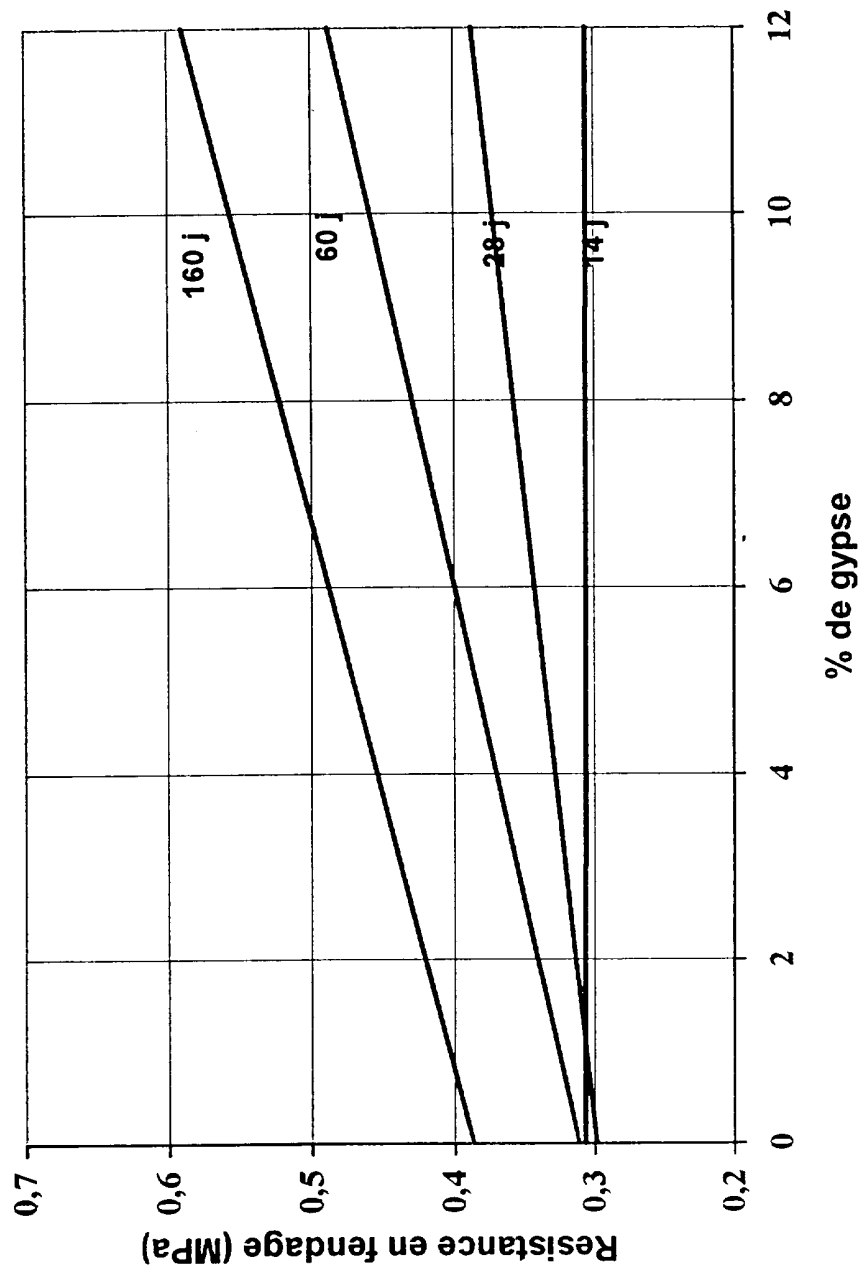


Figure 3

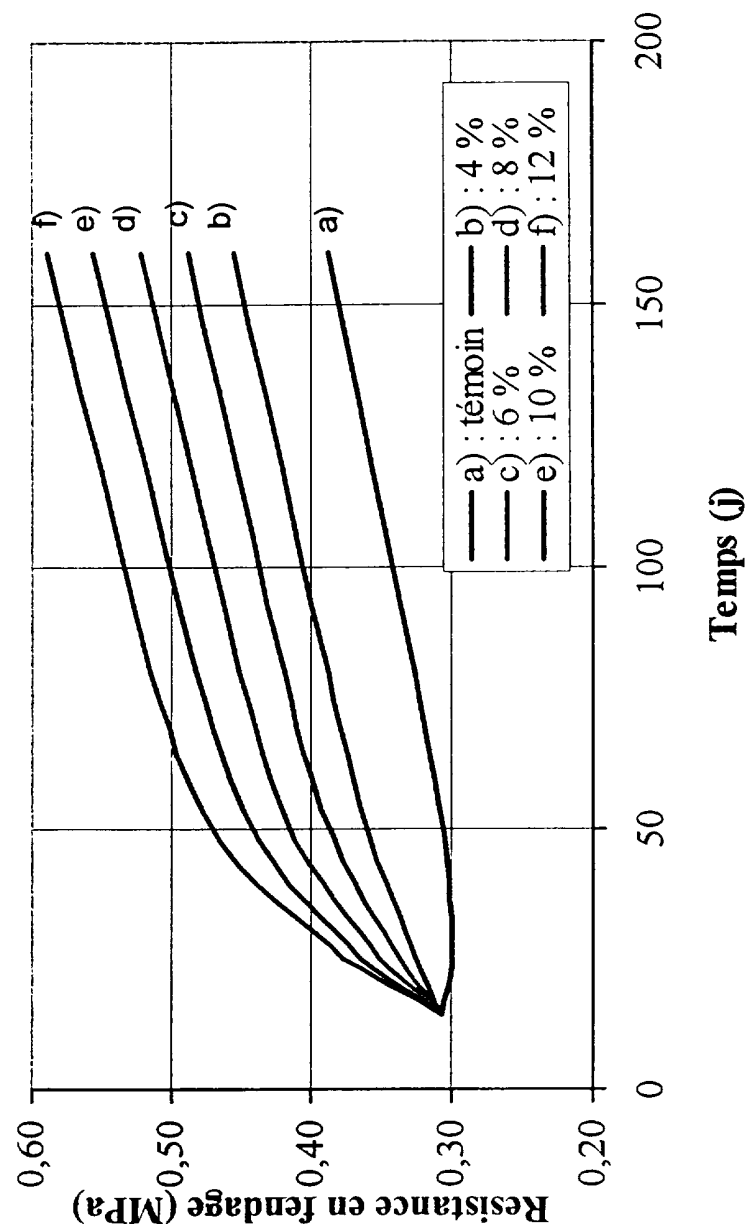


Figure 4

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

2801882

N° d'enregistrement
national

FA 581652
FR 9915363

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	EP 0 751 102 A (GROUPE ORIGNY) 2 janvier 1997 (1997-01-02) * page 3, ligne 55 - page 4, ligne 21; revendications 1-5 * ---	1-11	C04B11/28 C04B2/02 E01C7/10
X	DE 26 22 086 A (JAPAN NATIONAL RAILWAY; TOKO KENSETSU KK; MITSUBISHI MINING & CEMENT CO) 2 décembre 1976 (1976-12-02) * page 3, ligne 1 - page 5, ligne 2 * ---	1,6,8,9	
Y	WO 99 52837 A (COHEN JOSY ; FOWLDS LIMITED (ZA)) 21 octobre 1999 (1999-10-21) * page 2, ligne 5 - page 4, ligne 4 * * page 5, ligne 2 - ligne 13 * ---	1-9	
Y	DE 26 34 189 A (DOTTERNHAUS PORTLAND ZEMENT) 2 février 1978 (1978-02-02) * revendications 1,2,4 * * page 8, ligne 4 - page 10, ligne 12 * * page 13, ligne 4 - ligne 12 * * page 14, ligne 1 - ligne 16 * ---	1-7,9	
Y	DE 36 20 778 A (BADE ERICH DR ING) 23 décembre 1987 (1987-12-23) * revendications 1,6 * * exemple I * -----	1-6,8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			C09K C04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 juillet 2000		Boulon, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	