

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 752 708 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
08.01.1997 Bulletin 1997/02

(51) Int Cl.⁶: G21F 9/34, G21F 5/005

(21) Numéro de dépôt: 96401492.2

(22) Date de dépôt: 05.07.1996

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FI GB LI SE

(72) Inventeur: Dardaine, Michel
91390 Morsang sur Orge (FR)

(30) Priorité: 07.07.1995 FR 9508240

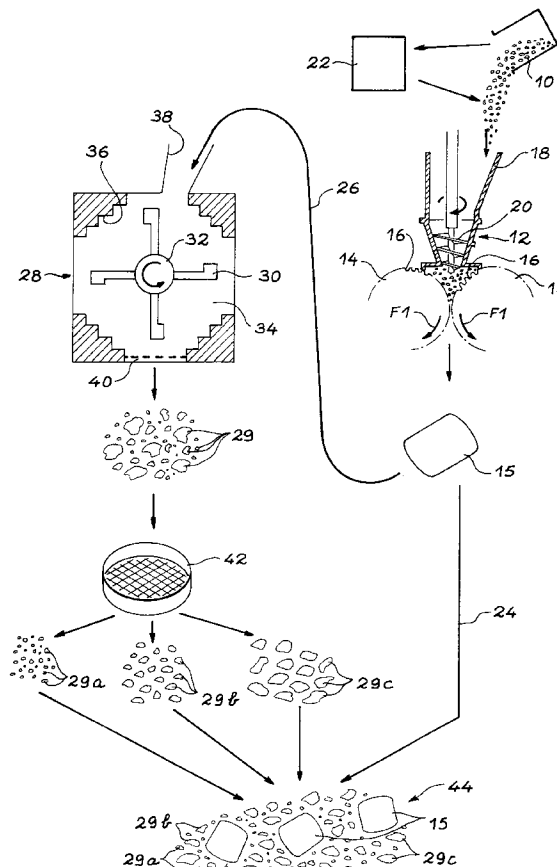
(74) Mandataire: Poulin, Gérard et al
Société BREVATOME
25, rue de Ponthieu
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE
75015 Paris Cédex 15 (FR)

(54) Matériau de colmatage et son procédé de fabrication

(57) Un matériau de colmatage, utilisable notamment sur un site de stockage de déchets radioactifs, comprend un mélange de granulés (29a,29b,29c), de dimensions maximales au plus égales à environ 10 mm, et d'agrégats ou berlingots (15), de géométrie tridimensionnelle définie. Les berlingots (15) sont obtenus par

compactage d'une poudre d'argile quelconque ou smectitique (10) dans une machine (12) à roues tangentielles (14) équipées de frettes. Les agrégats (29a,29b, 29c) formés de trois lots de granulométrie inférieure à 3 mm, comprise entre 3 et 6 mm et comprise entre 6 et 10 mm, sont obtenus par concassage d'une partie des berlingots (15) et tamisage des agrégats obtenus.



EP 0 752 708 A1

Description

Domaine technique

5 L'invention concerne principalement un matériau de colmatage, obtenu à partir de poudre d'argile compactée, de la famille des smectites.

Un tel matériau de colmatage peut notamment être utilisé sur un site de stockage de déchets radioactifs, afin de remplir les vides résiduels existant entre les conteneurs remplis de déchets et les parois des puits ou galeries dans lesquels ces derniers sont stockés, et afin de reboucher les galeries d'accès.

10 L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un tel matériau de colmatage.

Etat de la technique

15 Dans le cadre des projets de stockage de déchets radioactifs de haute et très haute activité en formation géologique profonde, il est envisagé de reboucher partiellement ou totalement les emplacements de stockage des conteneurs dans lesquels sont placés les déchets, ainsi que les galeries permettant d'accéder à ces emplacements. Ce rebouchage permettrait notamment de minimiser les circulations d'eaux souterraines au voisinage immédiat des conteneurs. On ralentirait ainsi le transfert des radionucléides libérés au cours du temps, du fait d'une désagrégation ou d'une destruction partielle des conteneurs, vers le milieu d'accueil.

20 La quasi totalité des matériaux de remplissage envisagés pour remplir cette fonction fait appel aux argiles gonflantes de la famille des smectites, qui peuvent développer des pressions de gonflement de plusieurs dizaines de MPa, selon leur densité et leur degré de saturation. Quelle que soit la nature du matériau de remplissage envisagé, la maîtrise des techniques de mise en place de ce matériau doit également être parfaite, afin qu'il puisse remplir parfaitement sa fonction.

25 L'article de R. PUSCH et al. intitulé "Bentonite-based buffer substances for isolating radioactive waste products at great depths in rock", présenté à OTANIEMI en Finlande au cours d'un congrès organisé par l'IAEA en juin 1979, pages 487 à 503, envisage de fabriquer par compactage à très haute pression des pièces de densité supérieur à 2,00 et de les mettre en place in situ, soit par empilement direct, soit par des dispositifs appropriés de manutention. Toutefois, l'article ne décrit ni la technique de densification utilisée, ni le procédé de mise en place.

30 Une autre technique de mise en place des matériaux de remplissage consiste à introduire directement le matériau à l'état pulvérulent, mais sous une forme suffisamment densifiée pour qu'il puisse remplir sa fonction. Cette technique est décrite notamment dans le document FR-A-2 690 456. Elle permet d'envisager des densités sur site relativement élevées. Toutefois, le matériau comprend entre 30 et 60 % de poudre d'argile, ce qui crée beaucoup de poussières lors de la mise en place.

35

Exposé de l'invention

L'invention a principalement pour objet un matériau de remplissage conçu pour être mis en place selon la technique décrite dans le document FR-A-2 690 456, mais dont la répartition granulométrique est optimisée, de façon telle que
40 les performances du matériau soient sensiblement améliorées par rapport à celles des matériaux de remplissage connus et que la quantité de poudre d'argile génératrice de poussières soit réduite.

L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un tel matériau de colmatage.

45 Selon l'invention, le premier objet est atteint au moyen d'un matériau de remplissage caractérisé par le fait qu'il comprend un mélange de granulés de dimensions maximales au plus égales à environ 10 mm et d'agrégats de plus grandes dimensions et de géométrie tridimensionnelle définie, les granulés et les agrégats étant formés de poudre d'argile compactée quelconque ou de la famille des smectites.

Les agrégats, que l'on appellera par la suite "berlingots", pour des raisons d'analogie de forme et de taille, sont délimités dans toutes les directions par des surfaces lisses qui leur donnent une géométrie tridimensionnelle bien définie.

50 Dans une forme de réalisation préférentielle de l'invention, ces agrégats sont tous identiques et ils ont un volume unitaire d'environ 5 cm³.

Chacun des agrégats peut notamment avoir deux faces bombées réunies l'une à l'autre selon quatre arêtes formant un rectangle qui présente une longueur d'environ 25 mm, l'épaisseur maximale entre les faces bombées étant d'environ 15 mm.

55 Dans la forme de réalisation préférentielle de l'invention, les granulés comprennent un premier lot formé de granulés de dimensions maximales inférieures à 3 mm, un deuxième lot formé de granulés de dimensions maximales comprises entre 3 mm et 6 mm, et un troisième lot formé de granulés de dimensions maximales comprises entre 6 mm et environ 10 mm.

Avantageusement, les premiers, deuxièmes et troisièmes lots de granulés constituent respectivement entre environ 13 % et environ 41 %, entre 0 % et environ 17 % et entre 0 % et environ 11 % en poids de granulés.

Par ailleurs, le mélange comprend de préférence entre environ 30 % et environ 70 % en poids d'agrégats.

Par ailleurs, l'invention concerne également un procédé de fabrication d'un matériau de colmatage, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :

- compactage d'une poudre d'argile, sous la forme d'agrégats de géométrie tridimensionnelle définie ;
- concassage d'une première partie des agrégats, sous la forme de granulés dont les dimensions maximales sont au plus égales à environ 10 mm ; et
- mélange des granulés et d'une deuxième partie, non concassée, des agrégats.

Dans la forme de réalisation préférentielle de l'invention, on effectue le compactage de la poudre d'argile sous la forme d'agrégats dans une machine à roues tangentielles équipées de frettes.

Brève description des dessins

On décrira à présent, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation préférentielle de l'invention, en se référant au dessin annexé, dans lequel la figure unique illustre de façon schématique les différentes étapes du procédé de fabrication d'un matériau de colmatage conforme à l'invention.

Exposé détaillé d'un mode de réalisation

Le matériau de colmatage conforme à l'invention est obtenu à partir d'argile gonflante naturelle, de la famille des smectites. Dans le cas particulier d'un site de stockage argileux, on peut être amené à réutiliser une partie des remblais provenant du creusement des galeries d'accès et des emplacements de stockage comme matériau de colmatage de moindre performance hydraulique mais plus économique et la fabrication du matériau peut être envisagée sur ce site.

Comme l'illustre la figure, une première étape du procédé de fabrication du matériau de colmatage consiste à compacter de la poudre d'argile quelconque ou smectitique, désignée par la référence 10, dans une machine 12 de compactage à roues tangentielles équipées de frettes. Cette machine permet de compacter la poudre d'argile 10 sous la forme d'agrégats ou berlingots 15. Les berlingots 15 sont tous identiques et présentent une géométrie tridimensionnelle définie, c'est-à-dire qu'ils sont délimités dans toutes les directions par des surfaces lisses qui leur confèrent une géométrie et des dimensions parfaitement définies.

Dans la forme de réalisation décrite, cette géométrie se caractérise par deux faces bombées réunies l'une à l'autre selon quatre arêtes disposées dans un même plan. Ces quatre arêtes forment approximativement un rectangle dont la longueur et la largeur sont très proches. Ainsi, ce rectangle présente par exemple une longueur d'environ 25 mm et une largeur d'environ 24 mm. De plus les berlingots 15 présentent entre leurs faces bombées une épaisseur maximale d'environ 15 mm et leur volume unitaire est égal à environ 5 cm³.

Il est à noter que cette géométrie et ces dimensions des berlingots 15 ne sont données qu'à titre illustratif, des berlingots de formes et de dimensions sensiblement différentes pouvant être fabriqués sans sortir du cadre de l'invention.

La machine 12 utilisée pour assurer le compactage de la poudre d'argile 10 est une machine de compactage à roues tangentielles équipées de frettes. Des machines de ce type sont bien connues et utilisées couramment pour former des agrégats de différentes dimensions, en forme de berlingots ou de boulets, à partir de matériaux en poudre tels que du charbon, des minerais, des produits chimiques ou pharmaceutiques, etc.. Une telle machine comprend essentiellement deux roues tangentielles 14, à axes horizontaux, entraînées simultanément en rotation dans le sens des flèches F1 sur la figure. Chacune des roues tangentielles 14 est équipée sur sa périphérie d'une frette munie de cavités 16 dont la forme est complémentaire de celle des surfaces bombées des berlingots 15 à fabriquer. Lorsque les roues tangentielles 14 tournent à la même vitesse dans le sens des flèches F1, les cavités 16 des deux roues se trouvent automatiquement en face les unes des autres.

La poudre d'argile 10 est introduite et tassée entre les frettes des roues tangentielles 14 par une trémie 18 dans laquelle est placée une vis d'Archimède 20. La poudre d'argile, tassée ou densifiée par la vis d'Archimède 20, est agglomérée par les frettes qui équipent les roues tangentielles 14, de façon à former les berlingots 15.

Il est à noter que l'introduction de la poudre d'argile 10 dans la trémie 18 de la machine 12 à roues tangentielles équipées de frettes peut être précédée d'une opération de séchage de cette poudre, si son état le justifie. Cette étape de séchage, illustrée schématiquement par le rectangle 22 sur la figure, permet de déshydrater la poudre d'argile, par exemple en la portant pendant quelques heures à une température d'environ 80°C jusqu'à ce que la teneur en eau atteigne une valeur résiduelle restant suffisamment élevée pour garantir l'efficacité du compactage. Selon la nature de l'argile, la teneur résiduelle en eau peut être d'environ 2 à 5 %.

EP 0 752 708 A1

Une fraction, correspondant par exemple à environ 50 % en poids des berlingots 15 obtenus à la sortie de la machine 12 à roues tangentielles équipées de frettes est gardée telle quelle, en vue d'être incorporée ultérieurement au mélange formant le matériau de colmatage, comme l'illustre la flèche 24 sur la figure.

Comme l'illustre la flèche 26, la fraction restante des berlingots 15 est ensuite introduite dans une machine de concassage 28. L'opération de concassage effectuée dans la machine 28 permet d'obtenir des granulés 29 dont les dimensions maximales sont au plus égales à environ 10 mm. Dans l'exemple décrit, cette opération de concassage concerne une fraction des berlingots 15 correspondant à environ 50 % en poids de ces berlingots.

A la différence des berlingots 15, qui présentent tous la même forme et les mêmes dimensions, les granulés 29 obtenus à la sortie de la machine 28 présentent des formes et des dimensions variables, qui s'échelonnent pratiquement en continu de telle sorte que leurs dimensions maximales soient comprises entre 0 et environ 10 mm. Il est à noter que ces dimensions maximales sont, dans tous les cas, sensiblement inférieures aux dimensions des berlingots 15.

La machine 28 utilisée pour concasser les berlingots 15 peut être constituée par toute machine de concassage appropriée. Dans la forme de réalisation représentée, cette machine 28 est un broyeur à marteau, dans lequel plusieurs marteaux 30 sont entraînés simultanément en rotation par une roue 32. Les marteaux 30 comme la roue 32 sont logés dans une chambre de concassage 34 délimitée par des parois 36 formant enclumes.

Les berlingots 15, introduits dans la chambre 34 par une trémie 38, sont projetés contre les parois 36 par les marteaux 30. Un concassage des berlingots 15 est ainsi réalisé. Les granulés obtenus par ce concassage sortent de l'enceinte 34 par gravité, au travers d'une grille 40. Cette grille 40 empêche la sortie des granulés dont les dimensions maximales excèdent environ 10 mm. Ainsi, on est certain que la dimension maximale des granulés 29 obtenus à la sortie de la machine 28 est comprise entre 0 et environ 10 mm.

Les granulés 29 obtenus à la sortie de la machine 28 sont ensuite tamisés, comme on l'a illustré par la référence 42 sur la figure, de façon à être répartis en trois lots différents, selon leur granulométrie.

Le premier lot est formé de granulés 29a dont les dimensions maximales sont inférieures à 3 mm. Le deuxième lot est formé de granulés 29b dont les dimensions maximales sont comprises entre 3 mm et 6 mm. Enfin, le troisième lot est formé de granulés 29c dont les dimensions maximales sont comprises entre 6 mm et environ 10 mm.

A ce stade, le matériau de colmatage selon l'invention peut être obtenu directement en mélangeant selon des proportions définies des berlingots 15 non concassés avec des granulés 29a, 29b et 29c extraits de chacun des trois lots obtenus après tamisage des granulés 29. Ainsi, on utilisera par exemple pour former le matériau de colmatage 44 un mélange composé d'environ 20 % en poids de granulés 29a du premier lot, d'environ 10 % en poids de granulés 29b du deuxième lot, d'environ 20 % en poids de granulés 29c du troisième lot et d'environ 50 % en poids de berlingots 15 non concassés.

Des essais de fabrication du matériau de colmatage 44 ont été effectués selon le procédé qui vient d'être décrit, à partir de deux types de poudre d'argile 10. Ces deux types de poudre d'argile correspondent à une marne argileuse et à une argile gonflante classées respectivement A2 et A4 dans la classification des sols fins du guide technique du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), intitulé "Réalisation des remblais et couches de forme" (1992).

La marne argileuse classée A2 est une marne à hydrobies extraite dans une mine des Mines de Potasse d'Alsace (MDPA). Elle est représentative d'une argile de site.

L'argile gonflante classée A4 est une smectite calcique (FoCa7) extraite dans le Bassin Parisien. Elle est commercialisée par la Société Française des Bentonites et Dérivés. Ses performances hydromécaniques sont bien connues.

Dix tonnes de berlingots 15 ont été fabriquées avec chacun des matériaux A2 et A4. A chaque fois, cinq tonnes des berlingots obtenus ont été concassées et tamisées pour obtenir deux tonnes de granulés de dimensions maximales inférieures à 3 mm, une tonne de granulés de dimensions maximales comprises entre 3 mm et 6 mm et deux tonnes de granulés de dimensions maximales comprises entre 6 mm et 10 mm. Les formes et les dimensions des berlingots 15 obtenus après compactage sont celles qui ont été décrites précédemment à titre d'exemple. Les caractéristiques de chacun des deux matériaux à l'état naturel et sous forme de berlingots sont donnés dans le tableau 1.

Matériau	Densité de grain	Densité apparente Berlingot	Teneur en eau	Densité sèche Berlingot
A2	2,80	2,28	5 %	2,18
A4	2,70	2,16	10 %	1,96

Des essais ont également été effectués sur chacun des matériaux A2 et A4, afin de déterminer leur coefficient de fragmentabilité FR, qui caractérise le comportement évolutif des matériaux pulvérulents sous l'effet de manipulations et de sollicitations de mise en oeuvre. Ce coefficient de fragmentabilité est donné par l'expression :

EP 0 752 708 A1

FR = D10 (i)/D10 (f), où :

- D10(i) représente le diamètre de tamis correspondant à 10 % de tamisats, dans l'état initial du matériau ; et
- D10(f) représente le diamètre de tamis correspondant à 10 de tamisats à la fin de l'essai.

L'essai proprement dit consiste à soumettre un échantillon de granulométrie comprise entre 10 mm et 20 mm à un pilonnage conventionnel c'est-à-dire à l'application de 100 coups de dame Proctor normal (poids de la dame : 2,496 kg ; hauteur de la chute : 30,5 cm), correspondant sensiblement au double de l'énergie Proctor normal (0,59 kg/dm³). On considère habituellement que lorsque le coefficient de fragmentabilité FR est inférieur à 7, le matériau est peu fragmentable.

Dans le cas du matériau A2, l'essai de fragmentabilité a révélé un caractère extrêmement fragmentable, que ce matériau se présente sous la forme de fractions fines ou en berlingots.

En revanche, le matériau A4 a révélé une fragmentabilité sensiblement plus faible (FR au plus égal à environ 5).

Afin de mettre en évidence l'influence bénéfique de la présence de berlingots dans le mélange pour l'obtention de matériaux de colmatage présentant une densité sèche accrue par rapport aux matériaux formés uniquement de granulés, les caractéristiques de compactage ont été déterminées expérimentalement sur deux types de mélanges.

Les mélanges du premier type, dits "mélanges recomposés continus [0-10 mm]" étaient formés uniquement de granulés tels que les granulés 29a, 29b et 29c obtenus par concassage des berlingots 15, puis tamisage des granulés obtenus en trois lots.

Les mélanges du deuxième type, dits "mélanges recomposés discontinus [0-25 mm]", étaient formés des mélanges précédents, auxquels étaient ajoutés des berlingots.

Sur chacun des mélanges ainsi réalisés, les caractéristiques de compactage ont été déterminées expérimentalement par deux essais normalisés.

Le premier essai, dit de "VibroCompression à Paramètres Contrôlés" (VCPC) est un essai de compactage dans lequel l'échantillon est soumis à la fois à une compression uniaxiale et à une vibration transversale. Cet essai est représentatif des moyens industriels habituellement utilisés pour mettre en place les matériaux granulaires par couches horizontales tels que le rouleau vibrant et la plaque vibrante.

Le deuxième essai normalisé effectué sur chacun des mélanges utilise une Presse à Cisaillement Giratoire (PCG). Dans cet essai, l'échantillon est soumis simultanément à une compression uniaxiale et à un cisaillement. Pour cela, le matériau est placé dans une éprouvette qui décrit un cône de révolution dont le sommet est centré sur la base inférieure de l'éprouvette. Cet essai est représentatif des moyens de mise en place industriels en couches horizontales tel que le compacteur à pneus "isopactor".

Les résultats des essais VCPC sont donnés dans le tableau 2 dans le cas des mélanges recomposés continus et dans le tableau 3 dans le cas des mélanges recomposés discontinus. Les granulés obtenus à partir des matériaux A2 et A4 y sont désignés respectivement par les symboles AG2 et AG4.

TABLEAU 2

Mélanges AG2							
Référence Mélange	Composition %				Densité humide	Teneur en eau W% mesurée	Densité sèche VCPC
	granulés			agrégats			
	0/3 mm	3/6 mm	6/10 mm	B15/25 mm			
AG21	15	25	60	0	1,88	4,0	1,81
AG22	40	30	30	0	2,01	3,8	1,93
AG23	65	20	15	0	2,04	3,8	1,97
AG24	45	55	0	0	1,93	3,8	1,86
Mélanges AG4							
AG41	15	25	60	0	1,68	10,8	1,52
AG42	40	30	30	0	1,75	9,6	1,60
AG43	65	20	15	0	1,75	8,9	1,61
AG44	45	55	0	0	1,75	8,9	1,61

EP 0 752 708 A1

TABLEAU 3

Mélanges Granulés AG2								
Référence mélange	Granulés				Agrégats	Densité humide	Teneur en eau W(%)	Densité sèche VCPC
	0/10mm AG23	0/6mm AG24	3/6mm	0/3mm	B15/25 mm			
	%	%	%	%	%			
M21	70				30	1,83	4,1	1,75
M22	50				50	2,10	4,3	2,01
M23	30				70	2,09	4,5	2,00
M24		50			50	2,06	4,3	1,98
F22				50	50	2,05	4,3	1,96
F23			50		50	1,96	4,3	1,88
B15/25 mm					100	1,55	4,4	1,48
Mélanges AG4								
	AG43	AG44						
M41	70				30	1,84	8,7	1,69
M42	50				50	1,87	8,8	1,73
M43	30				70	1,89	9,4	1,73
M44		30			70	1,89	9,3	1,73
F42				30	70	1,90	9,3	1,73
F43			30		70	1,68	10,4	1,52
B15/25 mm					100	1,35	10,4	1,52

Dans le cas des mélanges M22 et M43, qui correspondent à deux mélanges de densités élevées obtenus respectivement à partir des matériaux A2 et A4, l'influence de la fréquence de vibration transversale appliquée sur l'échantillon lors de l'essai VCPC a été étudiée, ainsi que l'influence de la teneur en eau. Les résultats sont donnés respectivement dans le tableau 4 et dans le tableau 5.

TABLEAU 4

Mélange	Fréquence (Hz)	Densité humide	Teneur en eau W %	Densité sèche
AG2 M22	50	1,91	4,4	1,83
	80	2,06	4,5	1,97
	100	2,09	4,5	2,00
AG4 M43	50	1,60	9,9	1,46
	80	1,85	10,0	1,68
	100	1,89	9,4	1,73

TABLEAU 5

Mélange	Procédé d'humidification	Compactage	Densité humide	Teneur en eau W %	Densité sèche
AG2	Pulvérisation de l'eau	immédiat	1,91	10,2	1,74
	Pulvérisation de l'eau	après 2 h	1,88	9,7	1,71

EP 0 752 708 A1

TABLEAU 5 (suite)

Mélange	Procédé d'humidification	Compactage	Densité humide	Teneur en eau W %	Densité sèche
Mélange M22	Confinement en enceinte climatique		1,97	7,9	1,82
	Teneur en eau naturelle		2,09	4,5	2,00
	Séchage en enceinte climatique		2,07	1,8	2,03
AG4	Pulvérisation de l'eau	immédiat	1,67	19,4	1,40
	Pulvérisation de l'eau	après 2 h	1,52	19,4	1,27
Mélange M43	Confinement en enceinte climatique		1,74	17,2	1,48
	Teneur en eau naturelle		1,89	9,4	1,73
	Séchage en enceinte climatique		1,94	5,6	1,84

On a regroupé sur le tableau 6 les résultats des essais PCG effectués sur certains des mélanges dont les compositions sont données dans les tableaux 2 et 3.

TABLEAU 6

MELANGE	COMPOSITION	Teneur en eau W %	Densité sèche en PCG
AG2			
AG23	0/10 mm	3,8	2,08
M22	50%0/10mm AG23 + 50%B15/25mm	4,3	2,12
F22	50 % 0/3mm + 50 % B 15/25 mm	4,4	2,12
AG4			
AG43	0/10 mm	8,9	1,67
M43	30%0/10mmAG43 + 70%B15/25mm	9,4	1,81
F42	30 % 0/3mm + 70 % B15/25 mm	9,3	1,78

Une comparaison des tableaux 2,3 et 6 fait apparaître que les densités sèches des mélanges recomposés discontinus comportant à la fois des granulés et entre environ 30 % et environ 70 % de berlingots sont plus élevées que celles des mélanges ne comportant que des granulés, aussi bien avec l'essai VCPC qu'avec l'essai PCG, même si des valeurs des densités obtenues dans ce dernier cas sont supérieures à celles qui sont obtenues avec l'essai VCPC.

Par ailleurs le tableau 4 montre que la densité sèche obtenue avec l'essai VCPC augmente quand la fréquence de vibration transversale augmente. En revanche quel que soit le type d'essai, la densité augmente toujours quand la teneur en eau diminue. Cette caractéristique est illustrée par le tableau 5, dans le cas de l'essai VCPC.

On observe également sur les tableaux 2 à 6 que la densité des mélanges obtenus à partir de l'argile A2 est toujours supérieure à celle des mélanges obtenues à partir de l'argile A4. Cette caractéristique s'explique facilement par le fait que l'argile A2 présente à la fois une densité de grains plus élevée que l'argile A4 (voir le tableau 1) et un

EP 0 752 708 A1

coefficient de fragmentabilité FR également plus élevé.

Il est à noter que la densité sèche d'un mélange recomposé continu (0-10 mm) obtenu à partir de l'argile A2 n'apporte pas d'amélioration sensible par rapport à l'argile naturelle A2 simplement broyée, en ce qui concerne les performances de densification. En revanche et comme l'illustre le tableau 7, l'essai VCPC révèle une densité sèche plus élevée lorsque les mélanges obtenus à partir de l'argile A2 contiennent des berlingots et cela pour un large domaine de la teneur en eau.

TABLEAU 7

A2	Densité sèche Proctor normal PN				Densité sèche VCPC	
	Teneur en eau W%	Argile Naturelle	Argile Granulée		Argile Granulée	
			Mélange 0/25mm M22	Mélange 0/10mm AG23	Mélange 0/25mm M22	Mélange 0/10mm AG23
0,2	1,93	1,92			2,03	
1,1						
1,8	1,91			1,94		1,86
2,0						
2,2		1,89				
3,6						
3,9		1,94				
4,3						
4,5	1,88			1,95	2,00	
5,8	1,85					
7,5		1,83				
8,0	1,86					
9,8	1,85			1,73	1,82	

Dans le tableau 7 on a également porté les résultats obtenus au cours d'un essai de compactage Proctor normal PN. Cet essai est un essai de compactage normalisé permettant de déterminer la teneur en eau optimale du sol pour laquelle la masse volumique sèche atteinte est maximale. Le compactage est réalisé par la chute répétée, depuis une hauteur de 30,5 cm d'une dame de 2,496 kg sur le matériau mis en place dans un moule cylindrique. L'essai Proctor normal correspond à une énergie de compactage de 0,59 kJ/dm³.

Dans le cas des mélanges obtenus à partir de l'argile A4, les densités sèches mesurées à la teneur en eau moyenne de 10 % sont regroupés dans le tableau 8.

TABLEAU 8

Réf	Composition %				Densité sèche	
	Mélange	<3mm	3-6mm	6-10mm	B15/24	VCPC
AG42	40	30	30	0	1,60	
AG43	65	20	30	0	1,61	1,67
AG44	45	55	0	0	1,61	
M41	40,5	14	10,5	30	1,69	
M42	32,5	10	7,5	50	1,73	
M43	19,5	6	4,5	70	1,73	1,81
M44	13,5	16,5	0	70	1,73	
F42	30	0	0	70	1,73	1,78

En l'absence de berlingots dans le mélange (mélanges AG42,AG43,AG44), ce tableau montre que la densité sèche obtenue par l'essai VCPC est voisine de 1,60. En revanche, la présence de 30 à 70 % de berlingots dans le

EP 0 752 708 A1

mélange (mélanges M41,M42,M43,M44,F42) permet d'obtenir, par l'essai VCPC une densité sèche comprise entre 1,69 et 1,73.

De plus, il est à noter que ce résultat est obtenu avec une fraction de granulés de dimensions inférieures à 3 mm pouvant descendre jusqu'à 15 à 20 % (mélange M44), ce qui limite sensiblement les poussières lors de l'utilisation du matériau.

Enfin, le tableau 9 permet de comparer, comme le tableau 7 dans le cas de l'argile A2, les résultats de l'essai Proctor normal PN et de l'essai VCPC appliqués à une argile naturelle A4 et aux mélanges AG43, F42 et M43, dont les compositions sont données dans les tableaux 2 et 3.

TABLEAU 9

Matériau	Essai Proctor normal PN		Essai VCPC	
	Teneur en eau %	Densité sèche	Teneur en eau %	Densité sèche
Argile A4 naturelle	10	1,28	11,4	1,31
AG43	8,4	1,55	8,9	1,61
F42	10,2	1,56	9,3	1,73
M43	9,9	1,55	9,4	1,73

On observe que la densité sèche d'un mélange recomposé continu (AG43) obtenu à partir de l'argile A4 apporte une amélioration sensible par rapport à l'argile naturelle A4 simplement broyée, en ce qui concerne les performances de densification. Toutefois, l'ajout de berlingots (mélanges F42 et M43) améliore encore sensiblement la densité sèche révélée par l'essai VCPC.

Revendications

1. Matériau de colmatage, caractérisé par le fait qu'il comprend un mélange de granulés (29a,29b, 29c) de dimensions maximales au plus égales à environ 10 mm et d'agrégats (15) de plus grandes dimensions et de géométrie tridimensionnelle définie, les granulés et les agrégats étant formés de poudre d'argile compactée.
2. Matériau de colmatage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les granulés et les agrégats sont formés de poudre d'argile compactée de la famille des smectites.
3. Matériau de colmatage selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les granulés comprennent un premier lot formé de granulés (29a) de dimensions maximales inférieures à 3 mm, un deuxième lot formé de granulés (29b) de dimensions maximales comprises entre 3 mm et 6 mm, et un troisième lot formé de granulés (29c) de dimensions maximales comprises entre 6 mm et environ 10 mm.
4. Matériau de colmatage selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les premier, deuxième et troisième lots constituent respectivement entre environ 13 % et environ 41 %, entre 0 % et environ 17 % et entre 0 % et environ 11 % en poids du matériau.
5. Matériau de colmatage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le mélange comprend entre environ 30 % et environ 70 % en poids d'agrégats (15).
6. Matériau de colmatage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les agrégats (15) sont tous identiques.
7. Matériau de colmatage selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les agrégats (15) ont un volume unitaire d'environ 5 cm³.
8. Matériau de colmatage selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé par le fait que chaque agrégat (15) a deux faces bombées réunies l'une à l'autre selon quatre arêtes formant sensiblement un rectangle.
9. Matériau de colmatage selon la revendication 8, caractérisé par le fait que le rectangle présente une longueur d'environ 25 mm, l'épaisseur maximale entre les faces bombées étant d'environ 15 mm.

EP 0 752 708 A1

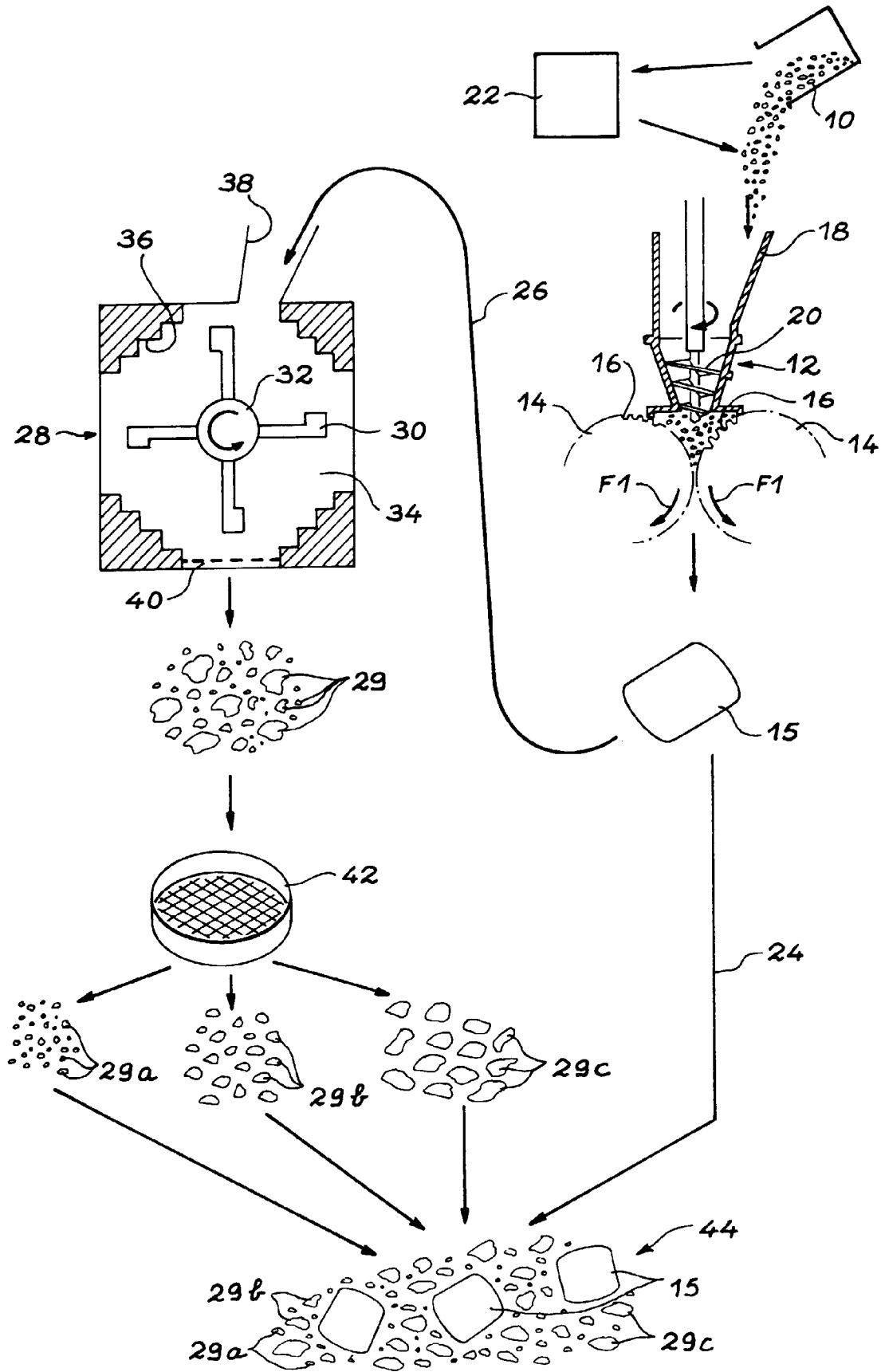
10. Procédé de fabrication d'un matériau de colmatage, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :

- compactage d'une poudre d'argile (10), sous la forme d'agrégats (15) de géométrie tridimensionnelle définie ;
- concassage d'une première partie des agrégats (15), sous la forme de granulés (29) dont les dimensions maximales sont au plus égales à environ 10 mm ; et
- mélange des granulés (29) et d'une deuxième partie, non concassée, des agrégats (15).

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé par le fait qu'on effectue un tamisage des granulés (29) de façon à séparer ces derniers en un premier, un deuxième et un troisième lots correspondant à des granulés (29a,29b,29c) dont les dimensions maximales sont respectivement inférieures à 3 mm, comprises entre 3 mm et 6 mm et comprises entre 6 mm et environ 10 mm, et qu'on mélange des granulés appartenant à chacun de ces trois lots avec la deuxième partie des agrégats (15).

12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé par le fait qu'on mélange entre environ 30 % et environ 70 % en poids d'agrégats (15) avec entre environ 13 % et environ 41 % en poids de granulés (29a) appartenant au premier lot, entre 0 % et environ 17 % en poids de granulés 29b appartenant au deuxième lot et entre 0 % et environ 11 % en poids de granulés (29c) appartenant au troisième lot.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé par le fait qu'on effectue le compactage de la poudre d'argile (10) sous la forme d'agrégats (15) dans une machine (12) à roues tangentielles (14) équipées de frettes.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 1492

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y,D	EP-A-0 568 430 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * abrégé; revendications 1,4,12; figures 1,6 *	1-11	G21F9/34 G21F5/005
Y	--- US-A-4 950 426 (MARKOWITZ) * abrégé; revendications 1,6,16; figures 1,2 *	1-11	
A	--- EP-A-0 407 785 (CASAGRANDE SPA) * abrégé; revendications 1,5,7; figure 3 *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			G21F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	16 Septembre 1996	Nicolas, H	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C02)