



12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt : **92401879.9**

51 Int. Cl.⁵ : **G21F 9/16, G21F 9/34**

22 Date de dépôt : **01.07.92**

30 Priorité : **03.07.91 FR 9108309**

72 Inventeur : **Kertesz, Claude**
Quartier les Grands Vergers
F-13610 Saint-Estève-Janson (FR)
Inventeur : **Da Silva, Patrice**
13 Avenue de la Durance
F-04700 La Brillanne (FR)

43 Date de publication de la demande :
13.01.93 Bulletin 93/02

84 Etats contractants désignés :
BE CH DE ES GB LI

74 Mandataire : **Mongrédién, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

71 Demandeur : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**
ATOMIQUE
31-33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

54 **Bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées et son procédé de préparation.**

57 L'invention concerne un bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées en vue de leur stockage, et elle se caractérise en ce que les résines échangeuses d'ions sont incorporées, après saturation en eau, dans une matrice composite constituée d'une résine époxyde hydrophile durcie et d'un ciment durci, choisi parmi les ciments au laitier de Clinker et les ciments au laitier et aux cendres, additionné de l'eau nécessaire à l'hydratation des composants du ciment.

Grâce à la présence de ciment dans la matrice composite, on peut limiter la température à coeur de tels blocs à 55-63°C lors de leur préparation.

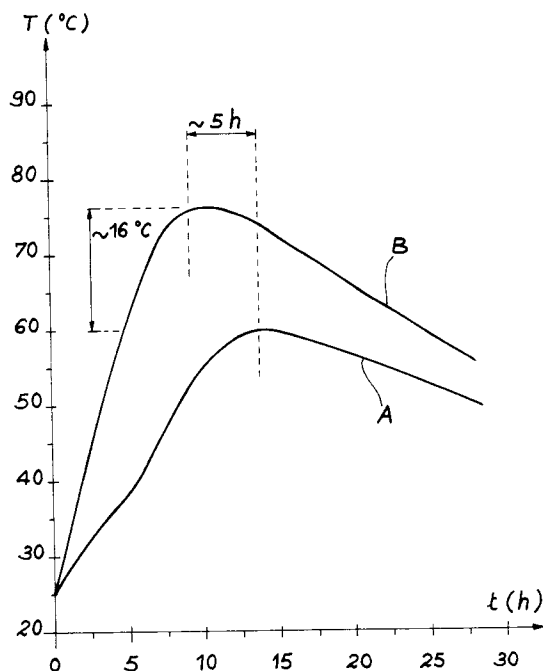


FIG. 4

La présente invention a pour objet un bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées, par exemple par des éléments toxiques ou radioactifs, ainsi qu'un procédé de préparation d'un tel bloc. Elle s'applique notamment dans le domaine du stockage des résines échangeuses d'ions contaminées par des éléments radioactifs de faible et moyenne activité.

5 Les résines échangeuses d'ions utilisées pour purifier l'eau des installations nucléaires subissent au bout d'un certain temps des phénomènes de dégradation et, en conséquence, perdent leur efficacité. Il s'agit alors de stocker ces résines échangeuses d'ions usées qui ont fixe au cours de leur utilisation divers radioéléments leur conférant une certaine radioactivité.

On connaît plusieurs procédés de conditionnement de ces résines contaminées en vue de leur stockage. 10 Parmi ceux-ci, les procédés d'enrobage dans des résines thermodurcissables, tels que ceux décrits dans les documents FR-A- 2 251 081, FR-A- 2 361 724 et EP-A- 0 127 490 sont satisfaisants car ils permettent d'assurer une bonne rétention de la radioactivité, mais ils présentent toutefois certains inconvénients.

Ainsi, le procédé du document FR-A-2 251 081 ne convient pas pour incorporer dans une résine époxyde des résines cationiques qui ne sont pas totalement usées car dans ce cas, la polymérisation de la résine époxy- 15 de est partiellement inhibée par la résine cationique qui consomme certains composés nécessaires au durcissement de la résine.

On peut éviter ce phénomène en réalisant un prétraitement en solution aqueuse basique des résines échangeuses d'ions comme il est décrit dans le document FR-A- 2 251 081, mais la réalisation de cette étape complémentaire constitue un inconvénient, d'autant plus qu'elle conduit à la production de nouveaux effluents 20 contaminés par des éléments radioactifs.

Le procédé décrit dans EP-A- 0 127 490 permet également d'incorporer dans une résine époxyde des résines cationique ayant encore des sites actifs, mais il présente l'inconvénient de nécessiter l'emploi de durcisseurs amines particuliers qui sont des produits relativement onéreux.

De plus, les procédés utilisant ces résines thermodurcissables sont sensibles à la température initiale qui accélère la polymérisation et/ou conduit à un dégagement de chaleur préjudiciable à la qualité du bloc formé. 25

On connaît encore par EP-A- 0 274 927, un procédé de conditionnement de déchets dans des matrices composites à base de ciment et de résine époxyde, mais dans ce cas, les déchets radioactifs sont constitués par des boues de coprécipitation chimique pouvant contenir de 20 à 40% d'eau, des déchets secs pulvérulents tels que les cendres d'incinération de matières combustibles ou des déchets technologiques, incombustibles 30 tels que le verre et les métaux.

On a encore envisagé d'inclure les résines échangeuses d'ions dans une matrice en ciment, mais ce procédé a un intérêt limité en raison du faible coefficient d'enrobage obtenu et de la nécessité de réaliser également un prétraitement des résines pour éviter toute interaction avec le ciment, comme il est décrit par J. Duquesne - Cogéma et C. Jaouen SGN - Concrete Encapsulation of Ion Exchange Resins-International Conference Recod 87 - August 23 - 27, 1987 - Paris. 35

La présente invention a précisément pour objet un bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées en vue de leur stockage, qui pallie les inconvénients mentionnés ci-dessus des procédés connus.

Selon l'invention, le bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées en vue de leur stockage se caractérise en ce que les résines échangeuses d'ions sont incorporées dans une matrice composite constituée d'une résine époxyde hydrophile durcie et d'un ciment durci choisi parmi les ciments au laitier de Clinker 40 et les ciments au laitier et aux cendres.

Dans le bloc de l'invention, le choix d'une résine époxyde hydrophile et d'un ciment à faible chaleur d'hydratation constitue par un ciment au laitier de Clinker (CLK) et/ou un ciment au laitier et aux cendres volantes (CLC) permet de disposer d'une matrice compatible avec les résines échangeuses d'ions, même lorsque celles-ci sont saturées d'eau et contiennent par exemple de 50 à 55% en poids d'eau, et/ou comportent des sites actifs nécessitant habituellement un prétraitement. 45

Par ailleurs, le choix de cette matrice permet d'obtenir un coefficient d'enrobage élevé et un bloc ayant des propriétés physiques et mécaniques très intéressantes, en particulier une meilleure résistance à la compression. 50

Sur la figure 1 annexée, on a représenté le diagramme triangulaire de Rankin illustrant les compositions de divers ciments dans le système ternaire silice-alumine-oxyde de calcium.

Sur ce diagramme, on voit que les ciments CLC et CLK ont des compositions très différentes de celles des ciments Portland et des ciments alumineux.

Par ailleurs, les ciments CLK et CLC ont des chaleurs d'hydratation plus faibles que celles des ciments Portland et alumineux et une cinétique d'hydratation plus lente. 55

Dans le tableau 1 ci-dessous, on a reporté les chaleurs d'hydratation (en J/g) à 12 h et à 1 jour des ciments CLK, CLC et Portland, en donnant la valeur moyenne, le minima et le maxima.

Tableau 1

Ciment	Chaleur d'hydratation à 12 h (J/g)			Chaleur d'hydratation 1 jour (J/g)		
	valeur moyenne	minima	maxima	valeur moyenne	minima	maxima
	CLK 45	62	49	76	170	142
CLC 45	113	92	149	226	211	237
Portland HP CP2	199	170	229	307	299	313

Au vu de ce tableau, on constate que le ciment Portland a une chaleur d'hydratation beaucoup plus élevée que les ciments CLK et CLC.

De ce fait, on peut enrober dans les ciments CLK et CLC des masses plus importantes de déchets car l'augmentation de température reste limitée (<100°C) lors de l'enrobage.

En revanche, lorsqu'on enrobe des résines échangeuses d'ions dans un fût de 200 l ou plus de ciment Portland, la température peut atteindre 120°C à coeur, ce qui provoque la distillation de l'eau incluse dans les résines échangeuses d'ions et une dégradation des propriétés du fût.

Les ciments CLC et CLK présentent de plus les avantages suivants :

- libération du ¹³⁷Cs ralentie,
- faible perméabilité obtenue grâce au grain fin de matériau, et
- bonne stabilité en présence sels tels que les nitrates et les sulfates.

Selon l'invention, les proportions en poids de ciment et de résine époxyde durcis entrant dans la constitution de la matrice sont choisies de façon à obtenir les caractéristiques voulues de rétention des radioéléments, de résistance à la lixiviation et de résistance mécanique en vue du stockage du bloc avec un degré élevé de sûreté.

Généralement, la matrice composite comprend :

- de 35 à 65% en poids de résine époxyde durcie, et
- de 35 à 65% en poids de ciment durci au laitier de Clinker et/ou de ciment durci au laitier et aux cendres volantes.

Avec cette matrice, on peut inclure des quantités relativement importantes de résines échangeuses d'ions dans le bloc ; celui-ci peut ainsi contenir jusqu'à 45% en poids de résines échangeuses d'ions contaminées, saturées en eau, alors que dans le cas de ciment CLK seul, on ne pourrait enrober que 15 à 20% en poids de résines échangeuses d'ions.

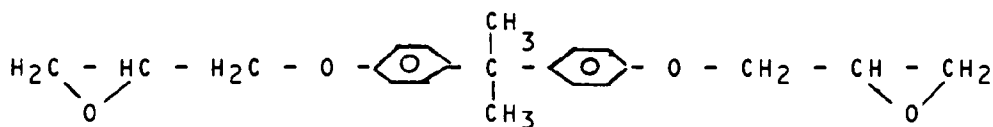
Ces résines échangeuses d'ions peuvent être constituées par des résines échangeuses cationiques, des résines anioniques ou des mélanges de ces résines, sous la forme de grains ou de particules obtenues par broyage.

Généralement, ce sont des résines échangeuses d'ions organiques telles que les résines de polystyrène réticulé avec du divinyl benzène qui comportent par exemple des groupements sulfoniques ou des groupements hydroxyles.

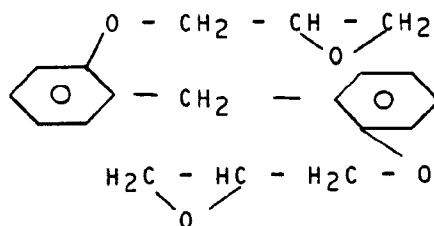
Dans le bloc de l'invention, on utilise une résine époxyde hydrophile, compatible à la fois avec le ciment utilise et avec la résine échangeuse d'ions à conditionner.

A titre d'exemple de telles résines époxydes hydrophiles, on peut citer le diglycidyl éther du bis-phénol-A et le diglycidyl éther du bis-phénol-F durcis par réaction avec un durcisseur aminé.

On précise que le diglycidyl éther de bis phénol A répond à la formule :



Le diglycidyl éther de bis-phénol F répond à la formule :



5

10 Dans l'invention, l'utilisation d'une résine époxyde hydrophile est avantageuse car elle facilite l'obtention d'un mélange homogène avec le ciment, en présence d'eau.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation du bloc contenant les résines échangeuses d'ions contaminées, décrit ci-dessus.

Ce procédé comprend les étapes successives suivantes :

- 15 1) saturation en eau des résines échangeuses d'ions contaminées,
- 2) addition sous agitation de l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment aux résines échangeuses d'ions saturées en eau,
- 3) addition du ciment, sous agitation à la suspension obtenue en 2), et
- 4) addition au mélange obtenu en 3) de la résine époxyde et de son durcisseur.

20 Dans la première étape de ce procédé, on sature en eau les résines échangeuses d'ions contaminées, ce qui est effectuée en immergeant ces résines dans de l'eau pendant une durée suffisante, par exemple pendant 24h. Après cette opération, on essore les résines échangeuses d'ions jusqu'à disparition de l'écoulement d'eau de façon à s'assurer que les résines échangeuses d'ions contiennent uniquement leur eau de saturation qui représente généralement environ 50 à 55% en poids des résines échangeuses d'ions saturées, mais peut aller

25

Dans la deuxième étape du procédé, on ajoute ensuite aux résines l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment en réalisant cette opération sous agitation. La quantité d'eau d'hydratation nécessaire pour le durcissement des ciments au laitier de Clinker ou des ciments au laitier et aux cendres volantes dépend de la quantité de ciment qui sera introduite dans le bloc. Elle est généralement telle que le rapport pondéral eau d'hydratation/ciment soit de 0,25 à 0,35.

30

Après introduction de l'eau, on ajoute le ciment sous agitation et l'on poursuit cette agitation jusqu'à l'obtention d'une pâte fluide, puis on ajoute la résine époxyde à l'état liquide et son durcisseur amine en poursuivant l'agitation.

Généralement, on réalise les opérations d'addition de l'eau, du ciment et de la résine époxyde dans un malaxeur.

35

Après addition de la résine époxyde et de son durcisseur, on peut émulsionner le mélange par rotation à grande vitesse, le laisser reposer et le verser dans un moule ayant les dimensions du bloc à fabriquer.

Après cette opération, on laisse le bloc durcir dans le moule, ce qui peut être obtenu relativement rapidement, par exemple en 12 heures.

40

Dans ce procédé, le choix du durcisseur amine est également important, car en choisissant un durcisseur amine approprié, on permet à la résine époxyde de durcir en présence de quantités importantes d'eau.

On peut utiliser par exemple dans ce but des durcisseurs amines contenant une combinaison d'amines aromatiques et aliphatiques, et en jouant sur les quantités de ces différentes amines, on peut obtenir un durcisseur optimisé, convenant à la préparation d'une matrice composite époxyde-ciment adaptée à l'enrobage des résines échangeuses d'ions saturées d'eau à conditionner.

45

Généralement la proportion de durcisseur amine est telle que le rapport pondéral durcisseur / résine époxyde soit de préférence de 0,5 à 0,6.

Les blocs obtenus par le procédé de l'invention ont des propriétés très intéressantes car ils sont extrêmement durs et peu réactifs aux agressions. Par ailleurs, ils présentent par rapport aux résines échangeuses d'ions enrobées dans d'autres matrices les avantages suivants :

50

- diminution des risques d'incendie dans les stockages en raison du pouvoir calorifique plus faible de la matrice d'enrobage,
- coefficient de gonflement par l'eau faible, et
- prix de revient inférieur de la matrice d'enrobage par rapport à celui des résines époxydes seules.

55

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture des exemples suivants donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif en référence au dessin annexe sur lequel

- la figure 1, déjà décrite, est un diagramme ternaire représentant diverses compositions de ciment.
- la figure 2 est un diagramme donnant en fonction du temps la température au coeur d'un bloc conforme

à l'invention, contenant des résines échangeuses d'ions contaminées, lors de son durcissement, pour deux essais identiques.

- La figure 3 est un diagramme donnant en fonction du temps la température d'un bloc de l'art antérieur, pour deux essais identiques.

5 - La figure 4 est un diagramme regroupant les valeurs moyennes obtenues sur les figures 2 et 3.

Exemple 1.

10 Dans cet exemple, on incorpore 490g de résines échangeuses d'ions contaminées, constituées par des résines anioniques de la marque Rohm et Haas IR-400, dans une matrice formée à partir des constituants suivants :

- eau (78g),

- ciment au laitier de Clinker CLK 45 (222g),

15 - résine époxyde liquide commercialisée par la société Spado Lassailly sous la référence SL MN201T (200g), et

- durcisseur aminé commercialisé par la société Spado Lassailly sous la référence SL D6M5.

Tout d'abord, on sature d'eau les résines échangeuses d'eau contaminées en les faisant gonfler dans l'eau pendant 24h puis on les soumet à un essorage. On pèse ensuite 400g de résines anioniques essorées et on leur ajoute les 78g d'eau, c'est-à-dire la quantité suffisante pour hydrater les 222g de ciment CLK 45.

20 On mélange les résines avec l'eau, puis on ajoute à la suspension le ciment CLK 45 et on malaxe le mélange de façon à obtenir une pâte très fluide.

On ajoute alors, tout en continuant le malaxage, la résine époxyde SL MN 201 T et le durcisseur SL D6 M5. On coule ensuite le mélange dans un moule et on le laisse durcir pendant 36 heures.

25 On démoule alors le bloc obtenu. Celui-ci présente un très bel aspect de surface. On mesure sa dureté Shore D en utilisant un duromètre Shore pour polymères thermodurcissables qui détermine la dureté par enfoncement d'une aiguille montée sur un peson calibre. Celle-ci est très élevée puisqu'elle correspond à une valeur de 70 unités Shore.

30 On soumet également le bloc obtenu à un essai d'absorption d'eau en l'immergeant pendant un mois dans de l'eau. Après cette période, on constate que le coefficient massique d'absorption d'eau est de l'ordre de 1 à 3%.

Le bloc obtenu présente donc des caractéristiques très satisfaisantes pour le stockage de résines échangeuses d'anions.

Exemple 2.

35 On utilise les mêmes résines échangeuses d'anions contaminées et les mêmes constituants de matrice que dans l'exemple 1, sauf le durcisseur qui dans cet exemple est le produit commercialisé par Spado Lassailly sous la référence SL D 2005.

40 On suit le même mode opératoire que dans l'exemple 1 en utilisant les mêmes proportions pour réaliser l'enrobage de 400g de résines échangeuses d'anions dans la matrice composite.

On obtient ainsi un bloc solide présentant des propriétés pratiquement identiques à celles du bloc obtenu dans l'exemple 1, sauf que son aspect extérieur est plus brillant.

Exemple 3.

45 On suit le même mode opératoire et on utilise la même matrice que dans l'exemple 1 pour enrober 400g de résines échangeuses d'ions cationiques du type Rohm et Haas IR 120.

On utilise également les mêmes proportions d'eau, de ciment, de résine et de durcisseur.

Le bloc obtenu présente également de très bonnes propriétés.

50 En effet, sa dureté Shore est de 66 unités et son coefficient d'absorption d'eau à un mois est de 3%.

Exemple 4.

55 Dans cet exemple, on enrobe dans la même matrice composite que celle de l'exemple 1, 400g d'un mélange de résines échangeuses d'ions comportant 266g de résines cationiques Rohm et Haas IR 120 et 134g de résines échangeuses d'ions anioniques Rohm et Haas IR A 400.

On suit le même mode opératoire et on utilise les mêmes proportions que dans l'exemple 1,

On obtient ainsi un bloc solide présentant les caractéristiques suivantes :

- dureté Shore : 67 unités,
- taux d'absorption d'eau à un mois : 1 à 3%.

Exemple comparatif 1.

5

Dans cet exemple, on réalise l'enrobage de résines échangeuses d'ions contaminées en utilisant uniquement comme constituant d'enrobage une résine époxyde et son durcisseur.

10

Dans ce cas, on mélange 200g de résines échangeuses d'ions saturées d'eau et essorées avec de la résine époxyde liquide SL MN 201T et du durcisseur SL D6 M5 pour préparer un bloc de résines échangeuses d'ions conditionnées uniquement dans une résine époxyde ayant un volume de 0,5l. Après 8 à 10 heures, le bloc est durci et présente les caractéristiques suivantes :

- dureté Shore D : 60,
- taux d'absorption d'eau à un mois : 1%.

15

Dans le tableau 2 qui suit, on a regroupé les caractéristiques du bloc obtenu dans cet exemple ainsi que les caractéristiques de blocs de 0,5l obtenus de la même façon que dans les exemples 1 à 3.

TABEAU 2

20

25

30

35

40

Caractéristiques	Exemple comparatif (époxyde seule)	Invention (époxyde-ciment)
Dureté Shore D	60	70-75
Température maximum à coeur	78°C - 75°C	58-63°C
Temps de polymérisation	8-10h	12-15h
Gonflement à l'eau 28j	1%	1 à 3%

45

Au vu de ce tableau, on remarque que les caractéristiques des blocs de l'invention sont plus intéressantes, en ce qui concerne la dureté et la température maximum à coeur du bloc.

Ainsi, le fait d'utiliser dans l'invention une matrice composite époxyde - ciment permet de limiter, lors de la polymérisation, la température à coeur du bloc à une valeur inférieure à celle que l'on obtient avec une résine époxyde seule.

50

Dans le cas de l'invention, la température à coeur est limitée à 58-63°C, alors que dans le cas d'une résine époxyde seule, elle peut atteindre 78°C pour un bloc de 0,5l. Aussi, pour des blocs de volume plus important, la température à coeur peut devenir supérieure à 100°C avec une résine époxyde seule. Or, à cette température, l'eau contenue dans les résines échangeuses d'ions saturées en eau est portée à l'ébullition et la vapeur d'eau engendrée dans le bloc est à l'origine de dommages plus ou moins importants.

55

L'utilisation conformément à l'invention d'une matrice composite à base de résine époxyde et de ciment procure ainsi une diminution importante de l'exothermie de la réaction de durcissement du bloc qui comprend à la fois la polymérisation de la résine et le durcissement du liant hydraulique.

Pour la partie liant hydraulique de la matrice, l'enthalpie correspondant à la prise du liant est très sensiblement inférieure à l'enthalpie de polymérisation de la partie époxyde.

A titre d'exemple, on donne ci-après, les valeurs de la chaleur de polymérisation, d'un système époxyde et de la chaleur d'hydratation d'un ciment CLK :

- ΔH polymérisation (résine époxyde) = 25kcal/mol,
- ΔH hydratation (CLK) = 4 à 5kcal/mol.

5 Sur la figure 2 annexée, on a représenté la température à coeur (en °C) de 2 blocs conformes à l'invention pesant 640g, en fonction du temps (en h) lors de leur durcissement.

Sur cette figure, les courbes 1 et 2 se réfèrent à un bloc préparé en double exemplaire à partir des constituants, suivants :

- 10 - 256g de résines échangeuses d'ions en lit mélangé (anioniques 1/3 - cationiques 2/3),
- 46g d'eau,
- 146g de ciment CLK 45,
- 128g de résine époxyde SL MN201 T,
- 64g de durcisseur SL D6M5,
- rapport résine/durcisseur : 2.

15 Des deux courbes, obtenues sur des échantillons de masse et de nature identiques, on tire les valeurs moyennes

- du pic de température de polymérisation $T^{\circ}C = 60^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$
- du temps correspondant à l'obtention de ce pic $t = 12$ à 15h.

20 A titre de comparaison avec le procédé époxyde antérieur, le même type de mesure a été établi sur des résines échangeuses d'ions en lit mélange dans une matrice époxyde seule. La masse des échantillons est identique aux précédents. Les valeurs obtenues sur deux essais sont représentées par les courbes de la figure 3. De ces deux courbes, on tire les valeurs moyennes:

- pic de température de polymérisation $76^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$
- temps correspondant : 8 à 10h.

25 Sur la figure 4, la courbe A correspond aux valeurs moyennes des deux courbes de la figure 2, et la courbe B correspond aux valeurs moyennes des deux courbes de la figure 3.

Ces résultats font apparaître une diminution de la température maxima de polymérisation de $16^{\circ}C$ entre le procédé époxyde ciment et le procédé époxyde seule. De même est observée une augmentation du temps, au pic exothermique, de polymérisation d'environ 5 heures.

30 De ces deux propriétés, l'abaissement du pic de l'exotherme de polymérisation est particulièrement recherché, car il augmente la sûreté intrinsèque du procédé, notamment en cas d'accélération de la vitesse de polymérisation observée par temps chaud : dans ce cas, en effet, la cinétique de polymérisation est augmentée, et la température obtenue à coeur de l'enrobe doit impérativement se situer au-dessous de la température de vaporisation de l'eau des REI.

35 L'utilisation du procédé époxyde - ciment permet de résoudre ce problème.

Par ailleurs, l'allongement du temps de durcissement est un phénomène intéressant au stade industriel car il autorise des possibilités d'intervention accrues sur le procédé.

40 Un autre avantage important du procédé de l'invention est qu'il autorise l'enrobage de résines échangeuses d'ions anioniques, cationiques ou en lit mélangé sans nécessiter de prétraitement. En effet, l'utilisation d'un liant hydraulique qui libère dans le milieu aqueux des ions dissociés, évite de procéder à la saturation préalable des éventuels sites actifs des résines échangeuses de cations puisque les ions libérés par le ciment sont capables de réaliser cette saturation.

45 **Revendications**

1. Bloc contenant des résines échangeuses d'ions contaminées en vue de leur stockage, caractérisé en ce que les résines échangeuses d'ions sont incorporées dans une matrice composite constituée d'une résine époxyde hydrophile durcie et d'un ciment durci choisi parmi les ciments au laitier de Clinker, et les ciments au laitier et aux cendres.

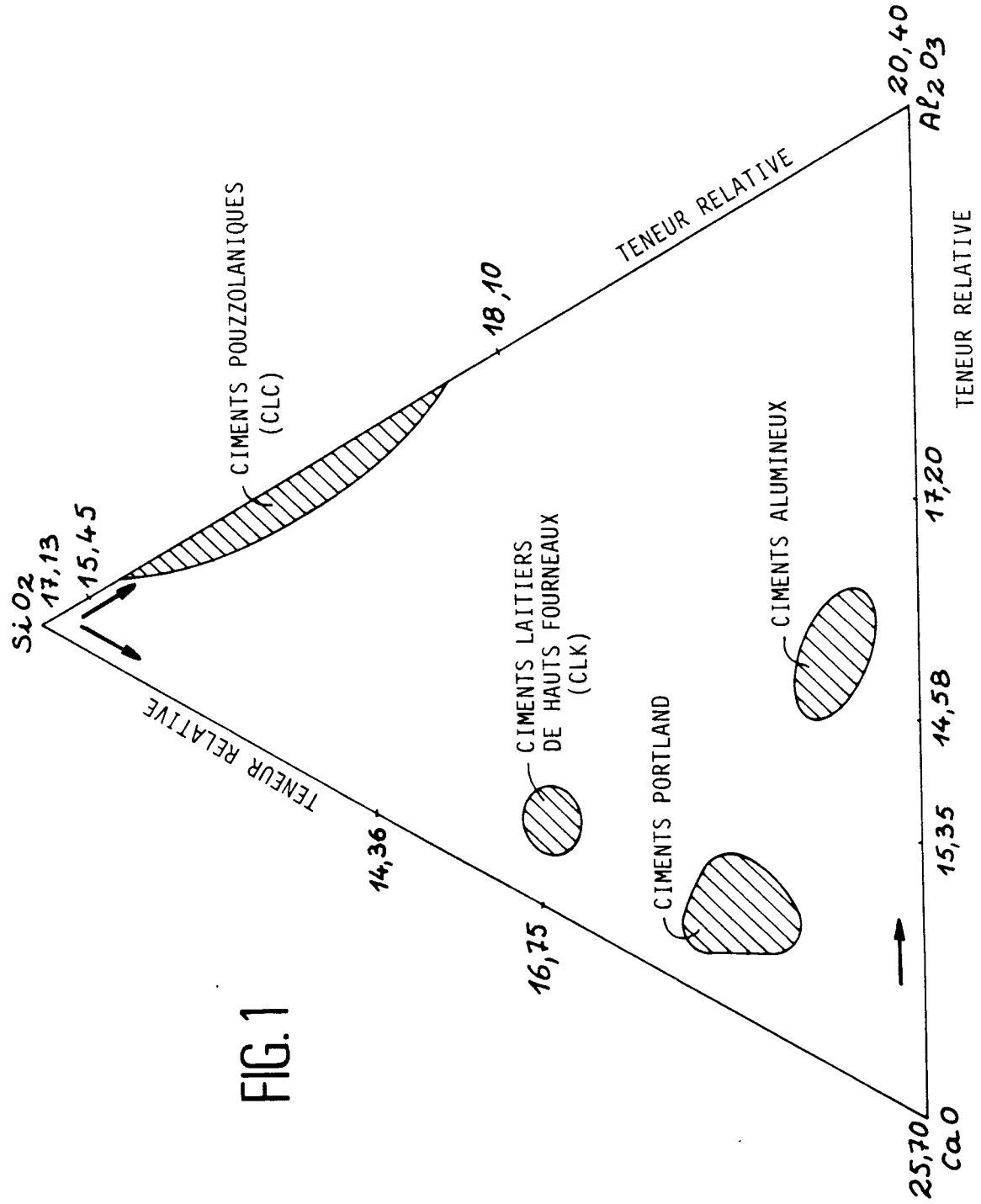
50

2. Bloc selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matrice composite comprend :
 - de 35 à 65% en poids de résine époxyde durcie, et
 - de 35 à 65% en poids de ciment durci au laitier de clinker et/ou de ciment durci au laitier et aux cendres volantes.

55

3. Bloc selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il contient jusqu'à 45% en poids de résines échangeuses d'ions contaminées.

4. Bloc selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les résines échangeuses d'ions sont choisies parmi les résines cationiques, les résines anioniques et leurs mélanges.
5. Bloc selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la résine époxyde est un diglycidyl éther du bis-phénol-A et/ou un diglycidyl éther du bis-phénol F durci(s) par réaction avec un durcisseur aminé.
6. Procédé de préparation d'un bloc selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :
- 1) saturation en eau des résines échangeuses d'ions contaminées,
 - 2) addition, sous agitation, de l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment aux résines échangeuses d'ions saturées en eau,
 - 3) addition du ciment, sous agitation, à la suspension obtenue en 2), et
 - 4) addition au mélange obtenu en 3) de la résine époxyde et de son durcisseur.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55



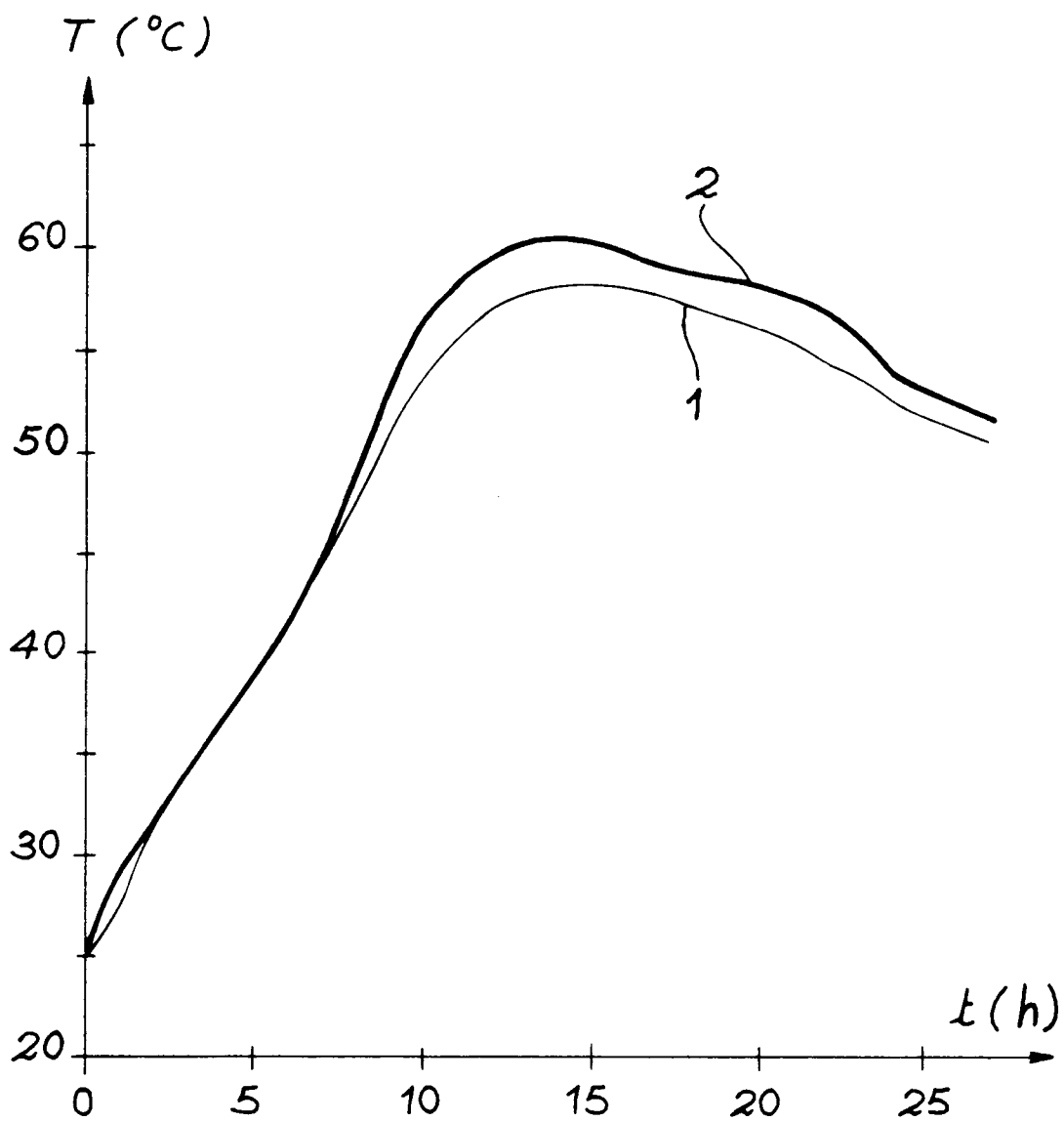


FIG. 2

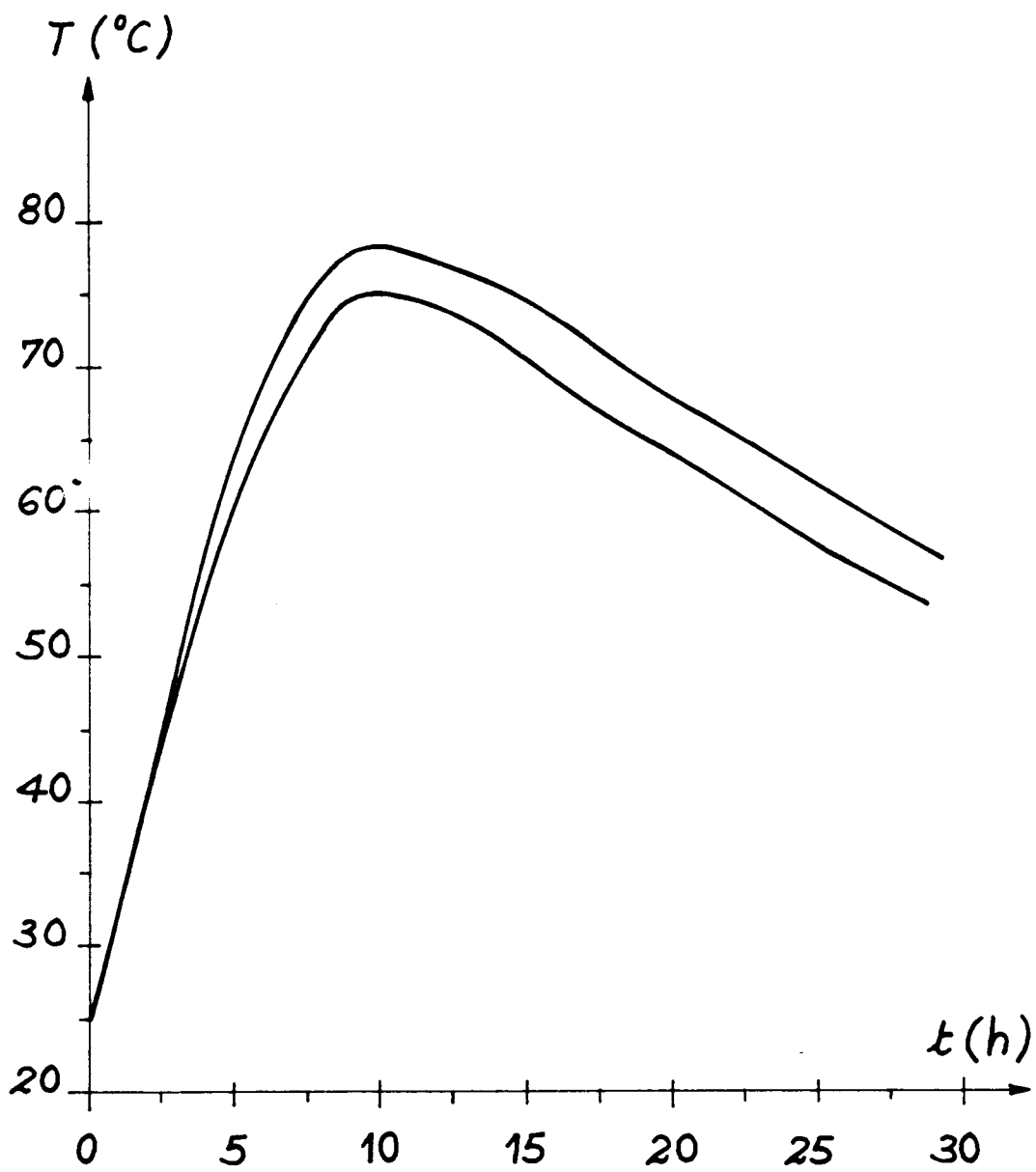


FIG. 3

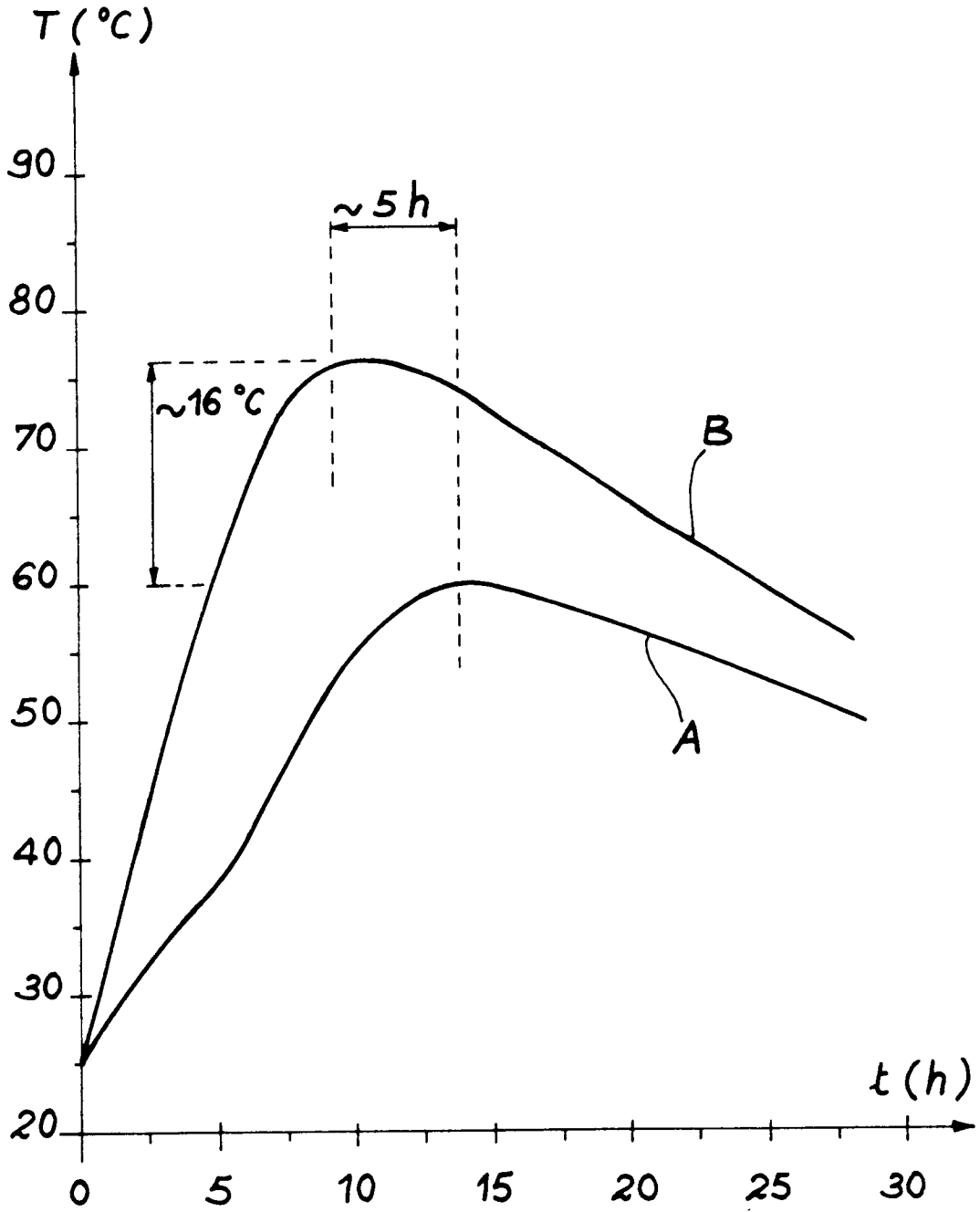


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1879

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 607 957 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * abrégé; revendications 1,3,4,7,10; exemple 3 * ---	1-4, 6	G21F9/16 G21F9/34
Y	EP-A-0 124 825 (SYNCRETE S.A.) * page 3, ligne 17 - ligne 26; revendications 1,4 * ---	1-5	
Y,D	EP-A-0 127 490 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * abrégé; revendications 1,2,5,14; exemples 1-4,8 * ---	1-5	
A	EP-A-0 318 367 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * abrégé; revendications 1,2,3; exemple 1 * -----	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G21F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14 AOÛT 1992	Examineur NICOLAS H. J. F.
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 (P0402)