

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 727 699**

②1 N° d'enregistrement national : **94 14552**

⑤1 Int Cl<sup>®</sup> : E 01 C 7/24, 19/10, C 04 B 26/26

**CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 02.12.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 07.06.96 Bulletin 96/23.

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) : SOCIETE ANONYME POUR LA  
CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN DES ROUTES  
SOCIETE ANONYME — FR.

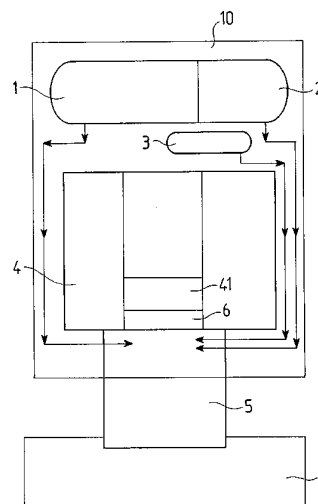
⑦2 Inventeur(s) : FAURE BERNARD, FRANCK  
YANNICK et VANEL BENOIT.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CABINET HARLE ET PHELIP.

⑤4 **PROCEDE D'OBTENTION D'UN ENROBE COULE A FROID ET INSTALLATION POUR LA MISE EN OEUVRE  
DE CE PROCEDE.**

⑤7 Procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid par mélange d'une émulsion bitumineuse avec des matériaux, comprenant les étapes suivantes: préparation, d'une part, d'une émulsion cationique B à partir d'un bitume et d'une phase aqueuse A préalablement obtenue par mélange d'au moins un émulsifiant dans de l'eau; dispersion, d'autre part, d'un épaississant dans de l'eau; stockage de l'émulsion B et d'eau ainsi que de l'épaississant en dispersion dans des réservoirs distincts et des matériaux calibrés dans une trémie; introduction des matériaux dans un malaxeur; mouillage du matériau granuleux dans le malaxeur; introduction de l'émulsion B dans le malaxeur; malaxage des matériaux avec l'émulsion B; introduction de l'épaississant en dispersion dans le malaxeur; malaxage de l'ensemble de matériaux enrobés, d'émulsion B et d'épaississant.



**FR 2 727 699 - A1**



L'invention concerne un procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid ainsi qu'une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé.

5 L'enrobé coulé à froid est un mélange bitumineux froid obtenu par mélange d'une émulsion bitumineuse à rupture lente avec des matériaux calibrés humides ou humidifiés. En général, ces matériaux sont constitués soit par un sable sélectionné 0/4 ou 0/6, soit par la reconstitution d'un sable sélectionné 0/4 et de gravillons calibrés 4/6, 4/8 ou 6/10.

10 Les émulsions de bitume sont des dispersions de bitume dans une phase aqueuse continue. L'émulsion est dite anionique lorsque la charge électrique globale, qui entoure le globule du bitume est négative. En présence d'un courant électrique continu, les micelles de bitume d'une émulsion anionique se  
15 déposent sur l'anode.

L'émulsion est dite cationique lorsque la charge électrique globale des globules de bitume est positive. En présence d'un courant électrique continu, les micelles de bitume d'une émulsion cationique se déposent sur la cathode.

20 La formation de l'émulsion est favorisée par un agent tensio-actif ou émulsifiant, et réalisée par l'emploi d'une énergie mécanique de cisaillement du liant. Les agents émulsifiants ont pour effet de former une carapace protectrice chargée sur les globules du liant, ce qui évite leur  
25 agglomération.

La composition de la phase aqueuse, comme celle du bitume ou de la phase hydrocarbonée dispersée, est fonction des propriétés recherchées pour les émulsions. On définit ainsi les conditions dans lesquelles sont contrôlés la  
30 viscosité, la stabilité au stockage, la rupture de l'émulsion, le mûrissement du liant, et ses propriétés finales (adhésivité, cohésivité).

Pour la fabrication des enrobés coulés à froid, on utilise une émulsion à vitesse de rupture maîtrisée, qui  
35 présente un délai de rupture qui est à la fois:

- suffisamment long, pour permettre le mélange des différents composants sans faire prise dans le malaxeur et dans le traîneau;

5       - suffisamment court, pour assurer la réouverture rapide de la surface traitée avec les enrobés coulés à froid, aux utilisateurs habituels.

      Ce délai de rupture dépend de:

      - la nature chimique, la concentration et la valeur pH de la phase aqueuse,

10       - la nature chimique et la teneur en eau des matériaux à enrober;

      - la surface spécifique des matériaux à enrober;

      - la présence éventuelle de filler minéral (ciment).

      Une faible viscosité au malaxage permet une bonne  
15       répartition des liants, alors qu'une émulsion trop visqueuse serait mal dispersée et ne permettrait pas un bon enrobage, en particulier de fines. Une vitesse de rupture trop rapide de l'émulsion de bitume, même fluide aboutit au seul enrobage des fines et de la fraction sableuse des granulats. Le matériau  
20       ainsi obtenu est alors inutilisable, à moins que l'émulsion soit judicieusement ajustée au sens de la vitesse de rupture à un mélange de type graves-émulsion avec un mortier bien enrobé et des gravillons non enrobés. Ces graves-émulsion, ne peuvent  
25       cependant pas prétendre présenter de très bonnes caractéristiques mécaniques, comparables à celles des enrobés à chaud.

      Enfin, une émulsion fluide et stable permet un très bon enrobage, mais celui-ci n'est pas durable, car le mélange évolue dans le temps par écoulement de l'émulsion hors du  
30       mélange.

      Ainsi, le producteur d'enrobés est confronté à l'influence de la teneur en eau initiale des agrégats, c'est-à-dire à l'influence de la teneur en eau, au moment de leur utilisation, vis-à-vis des propriétés du mélange  
35       matériau/émulsion. Ces propriétés conditionnent, par exemple,

le transport, la mise en oeuvre et la durabilité des enrobés coulés à froid.

De plus, lors de la fabrication des enrobés coulés à froid, les conditions d'environnement comme par exemple la température ambiante doivent également être prises en compte. Lorsque les températures sont élevées, il convient d'augmenter la quantité d'eau de prémouillage des matériaux et/ou d'augmenter la quantité de retardateur de prise.

Les émulsions actuellement connues ont un comportement optimal pour un domaine de teneur en eau réduit. Si les granulats sont trop secs sur stock, on ajoute communément de l'eau au moment du malaxage, avant l'introduction de l'émulsion de bitume. En revanche, si la teneur en eau naturelle des granulats est trop élevée, l'enrobage est soit de mauvaise qualité, soit tel que le mélange présente une consistance trop molle qui le rend impropre à une bonne utilisation.

Les défauts de l'émulsion peuvent alors être:

- écoulement de l'émulsion de bitume plus eau pendant le chargement et le transport,
- impossibilité de mettre en oeuvre la couche d'enrobés coulée à froid avec les moyens usuels (répandeur, finisseur),
- impossibilité de compacter la couche d'enrobés, et
- impossibilité de rendre la surface traitée dans les délais prévus aux utilisateurs habituels de cette surface.

Dans ce cas, il est bien sûr possible d'attendre que la teneur en eau naturelle des granulats revienne à des valeurs convenables par essorage naturel du stock. De même, il est possible d'envisager de sécher artificiellement les granulats dans un tambour sécheur: ceci permettrait de réaliser le chantier, mais annule l'intérêt de l'enrobage à froid.

Cette dépendance de l'enrobage des matériaux par une émulsion de bitume, vis-à-vis de la teneur en eau naturelle des granulats est donc un obstacle à la diffusion et à la systématisation de l'emploi de la technique de l'enrobage à

froid. Résoudre ce problème permet de rendre possible une large diffusion de cette technique souple et économique.

Par ailleurs, les émulsions bitumineuses cationiques, lorsqu'elles sont utilisées suivant la technique de l'enrobage, permettent la mise en oeuvre de couches d'une épaisseur allant de 0,4 cm à plus de 20 cm, qui s'intègrent à tous les niveaux d'une structure routière.

De plus, en raison des sollicitations mécaniques extrêmes auxquelles sont soumises les revêtements superficiels des routes, les bitumes routiers qui sont aptes à être mis en émulsion, ne présentent en général pas les caractéristiques suffisantes pour supporter les contraintes tangentielles dues aux trafics élevés et aux charges lourdes.

Ainsi, les liants bitumineux sont de plus en plus souvent des composés bitume/polymères. Ces liants bitume/polymères sont des produits obtenus à partir de bitumes additionnés de polymères ou modifiés par ces derniers en présence, par exemple, d'un adjuvant.

Par ailleurs, la formulation d'émulsion à partir de liants du type bitume/polymères fluidifiés ou fluxés par des huiles d'origine pétrolière peut conduire à des émulsions dont la rupture est mauvaise ou pour le moins aléatoire. En général, cette rupture se traduit par une coagulation partielle des globules de bitume, sans jamais aboutir à la coalescence totale des micelles de l'émulsion. Il en résulte des caractéristiques mécaniques du liant bitumineux, qui sont très inférieures à celles d'un liant bitume/polymère anhydre de départ.

Le but de l'invention est de proposer une formulation d'enrobés coulés à froid obtenue par mélange d'une émulsion bitumineuse avec un matériau, qui permet l'utilisation du granulat de nature et de dimensions variées dans des conditions d'environnement variées, avec une bonne homogénéité.

L'invention a d'abord pour objet, un procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid par mélange d'une émulsion bitumineuse avec un matériau granuleux, comprenant les étapes suivantes:

- 5           - préparation, d'une part, d'une émulsion cationique B à partir d'un bitume et d'une phase aqueuse A préalablement obtenue par mélange d'au moins un émulsifiant dans de l'eau;
- dispersion, d'autre part, d'un épaississant dans de l'eau;
- 10          - stockage de l'émulsion B et d'eau ainsi que de l'épaississant en dispersion dans des réservoirs distincts et des matériaux dans une trémie;
- introduction des matériaux dans un malaxeur;
- mouillage des matériaux dans le malaxeur;
- 15          - introduction de l'émulsion B dans le malaxeur,
- malaxage des matériaux avec l'émulsion B,
- pulvérisation de l'épaississant en dispersion dans le malaxeur;
- malaxage de l'ensemble des matériaux, d'émulsion B et
- 20          d'épaississant.

Pour favoriser le mouillage et la répartition de l'émulsion B à la surface des agrégats, un dope dispersé dans de l'eau et stocké dans une cuve distincte, peut être introduit dans le malaxeur avant ou en même temps que

25 l'aspersion de l'eau sur les matériaux.

La mise en émulsion d'un bitume modifié par l'incorporation de polymères ne peut être effectuée telle quelle, car elle est systématiquement accompagnée d'une augmentation de la viscosité du milieu, ce qui empêche la

30 fabrication des émulsions de liant modifiées par des polymères, sans faire appel à un ou plusieurs agents fluidifiants. Le rôle principal de tels agents fluidifiants est de réduire la viscosité du milieu et de l'amener dans une plage équivalente à la plage de travail des bitumes de

35 pénétration 80/100 et 180/220 entre 100°C et 150°C.

Selon le procédé de l'invention, tous les constituants de l'enrobé coulé à froid sont intimement brassés dans le malaxeur et forment, à la sortie de celui-ci un mélange pâteux plus ou moins fluide. Pour éviter que ce mélange soit trop fluide et coule dans le traîneau d'application disposé à la sortie du malaxeur, en donnant lieu à un enrobé hétérogène à texture lisse, l'épaississant est additionné vers la fin du malaxage et dosé de manière à absorber l'eau en excès et à éviter les défauts dommageables inhérents au mélange traditionnel, en fonction des différentes caractéristiques des constituants de l'enrobé et en fonction des conditions de l'environnement de fabrication de l'enrobé, tel que, par exemple, la température ou d'autres données météorologiques.

L'invention concerne également les caractéristiques ci-après, prises isolément ou selon toutes leurs combinaisons techniquement possibles:

- l'émulsion B est préparée à partir d'un bitume modifié par addition d'un élastomère styrène-butadiène-styrène;

- la phase aqueuse A est préparée en dispersant un ou plusieurs agents émulsifiants cationiques azotés choisis parmi les monoamines grasses, polyamines, amidoamines, amidopolyamines, sels ou oxydes desdites amines et amidoamines, produits de réaction des composés précités avec l'oxyde d'éthylène et/ou de l'oxyde de propylène, imidazolines et sels d'ammonium quaternaires;

- on ajoute éventuellement, à très faible dosage avant l'introduction de l'épaississant, un ciment minéral destiné à réguler la rupture de l'émulsion B;

- l'épaississant contient un scléroglycane;

- l'épaississant contient au moins 4% en poids du scléroglycane.

Le ciment minéral à forte surface spécifique est introduit dans le malaxeur à très faible dosage. Un excès de

ciment rigidifierait l'enrobé et ainsi altérerait considérablement les propriétés à terme du produit.

5 L'épaississant, hydrosoluble, mais formant un colloïde, peut être dosé de manière précise et véhiculé par voie humide jusqu'au malaxeur au moyen de toute pompe adaptée et plus précisément au moyen d'une pompe péristaltique. De manière  
10 avantageuse, l'épaississant est stocké dans la cuve à dope. La concentration de l'épaississant peut varier entre 0,5 et 10% du contenu de la cuve. Ceci permet d'obtenir un dosage final entre 0,1 et 10 kg/t de liant.

L'invention a également pour objet une installation pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid décrit ci-avant.

15 Selon l'invention, une telle installation comprend des réservoirs distincts pour une émulsion cationique B obtenue à partir d'un bitume et d'une phase aqueuse A enfermant au moins un émulsifiant, pour de l'eau d'apport et pour un épaississant dispersé dans de l'eau, une trémie pour des matériaux à  
20 enrober, un malaxeur destiné au malaxage des substances stockées dans lesdits réservoirs et la trémie.

Conformément à l'invention, l'installation pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid peut également comprendre l'un ou l'autre ou l'ensemble des deux éléments suivants:

- 25 - un traîneau à vis, disposé à la sortie du malaxeur;  
- une trémie à ciment.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description de trois mélanges obtenus selon le procédé de l'invention, ainsi que de la  
30 description d'un mode de réalisation de l'installation, représenté sur la seule Figure 1, pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid selon l'invention.

35 Le procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid a été mis en oeuvre de façon à obtenir trois mélanges différents,



référencés A, B et C dont les compositions sont indiquées dans les tableaux ci-après où les pourcentages d'émulsion et d'eau d'apport sont définis par rapport au poids des granulats secs. Le dosage d'épaississant du mélange est défini en gramme par

5

kilogramme de liant.

Les trois mélanges A, B et C ont été soumis à des essais rhéologiques. L'essai rhéologique permet de caractériser la capacité de rétention de l'enrobé coulé à froid vis-à-vis de son liant. A cet effet, un échantillon de

10

l'enrobé coulé à froid est versé dans un moule. Après démoulage, une partie du liant non retenu migre à la périphérie du produit. On détermine la superficie de ce liant non retenu dans la masse de l'enrobé coulé à froid pour différents dosages d'épaississants. Cette superficie est celle

15

que le liant non retenu occupe autour de l'échantillon de l'enrobé coulé à froid.

Le liant non retenu est indiqué dans les tableaux I, II et III comme pourcentage de la superficie occupée par le liant non retenu par rapport à la superficie totale occupée par

20

l'échantillon de l'enrobé coulé à froid et du liant non retenu.

La Figure 1 montre un mode de réalisation préféré de l'installation pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid décrit ci-avant. Dans cette

25

installation, une émulsion cationique B, préparée à partir d'un bitume modifié par addition d'élastomère styrène-butadiène-styrène et d'une phase aqueuse A préparée par dispersion d'au moins un émulsifiant dans de l'eau, est contenue dans une première partie 1 d'une double cuve 10. Une

30

deuxième partie 2 de la double cuve 10 contient de l'eau d'apport destinée à l'humidification du matériau granulé avec lequel l'émulsion bitumineuse doit être mélangée.

En variante, les premières et deuxièmes parties, 1 et 2, de la double cuve 10 peuvent être constituées par des

35

réservoirs distincts.

L'installation comprend par ailleurs, une cuve 3. La cuve 3 est destinée à contenir soit une dispersion d'un ou de plusieurs dopes ou une dispersion d'un épaississant, comme par exemple un scléroglycane.

5 Les matériaux à enrober sont stockés dans une trémie à agrégats 4 qui comprend un tapis extracteur 41 destiné au transport des matériaux vers un malaxeur à double arbre 5.

En variante, l'installation peut être complétée par une trémie à ciment 6, destinée à permettre l'introduction d'un  
10 ciment minéral dans le malaxeur 5.

L'installation comprend enfin un traîneau à vis 7 disposé à la sortie du malaxeur 5.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont  
15 pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières, et n'en limitent aucunement la portée.

**TABLEAU I**  
**Formule continue 0/4 Matériaux éruptifs (Mélange A)**

5	<b>Emulsion (%)</b>	12	12	12	12	12	12
	<b>Eau (%)</b>	12	12	12	12	12	12
10	<b>Epaississant (g/kg)</b>	0	1	2	3	4	5
15	<b>Liant non retenu (%)</b>	35	32	27	5	1	0

**TABLEAU II**  
**Formule continue 0/4 Matériaux alluvionnaires (Mélange B)**

20	<b>Emulsion (%)</b>	14	14	14	14	14	14
25	<b>Eau (%)</b>	14	14	14	14	14	14
30	<b>Epaississant (g/kg)</b>	0	1	2	3	4	5
35	<b>Liant non retenu (%)</b>	45	28	/	8	/	0

**TABLEAU III**  
**Formule discontinue 0/6 Matériaux éruptifs (Mélange C)**

5	<b>Emulsion (%)</b>	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
	<b>Eau (%)</b>	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
10	<b>Epaississant (g/kg)</b>	0	1	2	3	4	5	6	7
15	<b>Liant non retenu (%)</b>	58	52	50	50	41	23	/	0

### REVENDEICATIONS

1. Procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid par mélange d'une émulsion bitumineuse avec des matériaux, comprenant les étapes suivantes:

- 5           - préparation, d'une part, d'une émulsion cationique B à partir d'un bitume et d'une phase aqueuse A préalablement obtenue par mélange d'au moins un émulsifiant dans de l'eau;
- dispersion, d'autre part, d'un épaississant dans de l'eau;
- 10          - stockage de l'émulsion B et d'eau ainsi que de l'épaississant en dispersion dans des réservoirs distincts et des matériaux dans une trémie;
- introduction des matériaux dans un malaxeur,
- mouillage des matériaux dans le malaxeur;
- 15          - introduction de l'émulsion B dans le malaxeur,
- malaxage des matériaux avec l'émulsion B,
- introduction de l'épaississant en dispersion dans le malaxeur;
- malaxage de l'ensemble des matériaux enrobés,
- 20          d'émulsion B et d'épaississant.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'émulsion B est préparée à partir d'un bitume modifié par addition d'un élastomère styrène-butadiène-styrène.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la phase aqueuse A est préparée en dispersant un ou plusieurs agents émulsifiants cationiques azotés choisis parmi les monoamines grasses, polyamines, amidoamines, amidopolyamines, sels ou oxydes desdites amines et amidoamines, produits de réaction des composés précités avec l'oxyde d'éthylène et/ou de l'oxyde de propylène, imidazolines et sels d'ammonium quaternaires.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on ajoute, à très faible dosage, avant l'introduction de l'épaississant, un ciment minéral.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'épaississant contient un scléroglycane.

5 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'épaississant contient au moins 4% en poids de scléroglycane.

10 7. Installation pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention d'un enrobé coulé à froid selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant des réservoirs distincts (1, 2, 3) pour une émulsion cationique B obtenue à partir d'un bitume et d'une phase aqueuse A enfermant au moins un émulsifiant, pour de l'eau d'apport et pour un épaississant dispersé dans de l'eau, une trémie (4) pour des matériaux à enrober, un malaxeur (5) destiné au malaxage des substances  
15 stockées dans lesdits réservoirs (1, 2, 3) et la trémie (4).

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comprend un traineau à vis (7) disposé à la sortie du malaxeur.

20 9. Installation selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce qu'elle comprend une trémie à ciment (6).

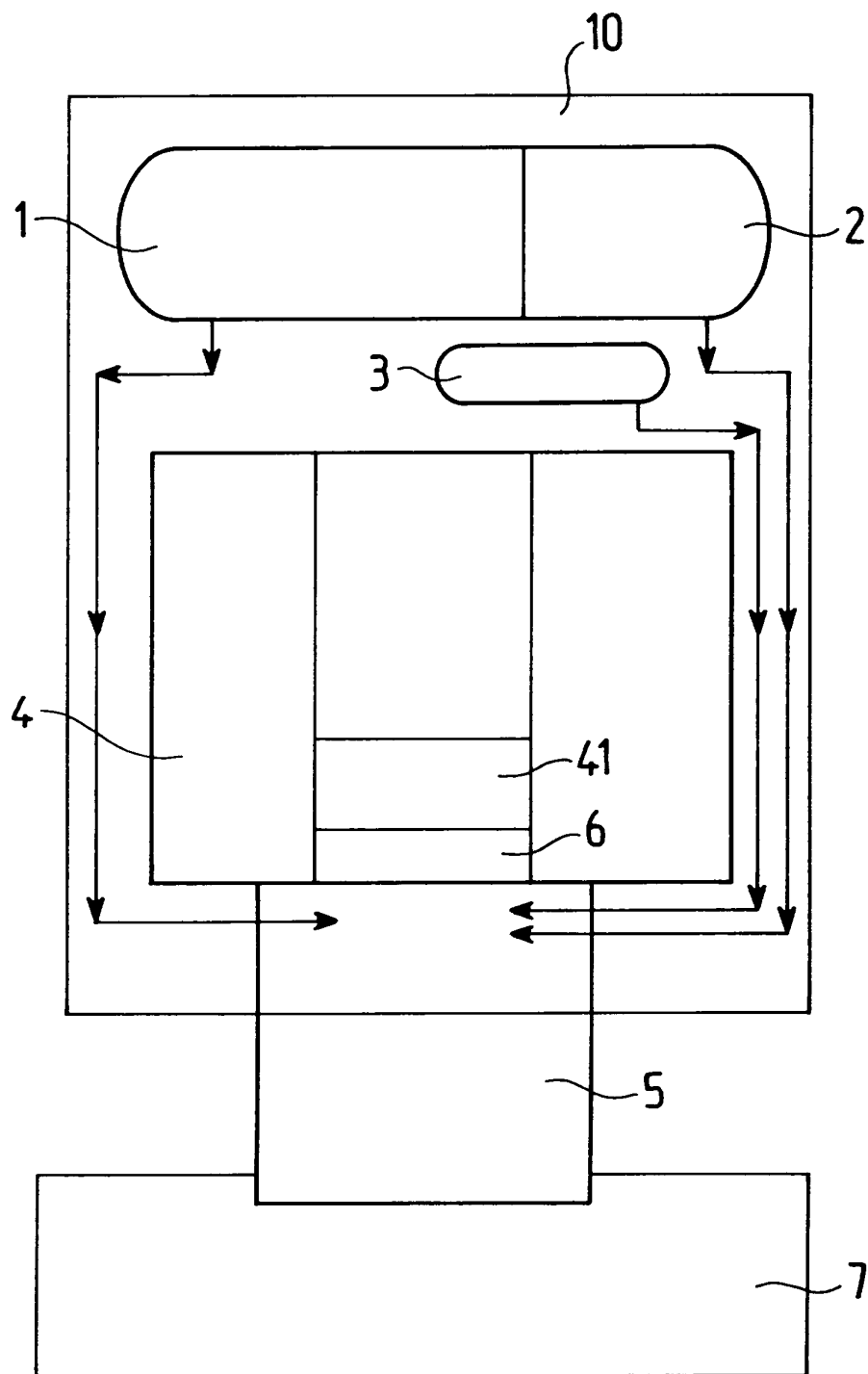


FIG.1

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	GB-A-973 777 (MUNTZER) * le document en entier * ---	1
A	BITUMEN, vol. 47, no. 2, Février 1985 HAMBURG DE, pages 55-62, HOLL, RÜTTGERS 'Bitumenemulsionen für den Strassenbau ' ---	1
A	EP-A-0 425 380 (ELF FRANCE) * le document en entier * -----	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		E01C C08L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
14 Août 1995		Dijkstra, G
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>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 &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		