



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91400237.3**

⑤① Int. Cl.⁵ : **E01C 7/32**

㉔ Date de dépôt : **31.01.91**

③① Priorité : **02.02.90 FR 9001240**

④③ Date de publication de la demande :
07.08.91 Bulletin 91/32

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur : **ENTREPRISE JEAN LEFEBVRE**
11, Bld Jean-Mermoz B.P. 139
F-92202 Neuilly-sur-Seine Cédex (FR)

⑦② Inventeur : **Vivier, Maurice**
11 rue Péclet
F-75015 Paris (FR)

⑦④ Mandataire : **Ahner, Francis et al**
CABINET REGIMBEAU, 26, avenue Kléber
F-75116 Paris (FR)

⑤④ **Revêtement multicouche pour chaussées.**

⑤⑦ L'invention a pour objet un revêtement multicouche pour les chaussées, notamment pour les chaussées dont les assises se fissurent, et un procédé pour la réalisation de ce revêtement.

Le revêtement selon l'invention, constitué par une membrane bitumineuse appliquée sur l'assise de la chaussée et par une couche de roulement ou une couche de liaison, est caractérisé en ce qu'il comporte, entre la membrane bitumineuse et la couche de roulement ou de liaison, au moins une couche d'enrobé coulé à froid.

Le procédé consiste à appliquer successivement sur l'assise de la chaussée éventuellement revêtue d'une couche de surfacage :

- une couche de liant bitumineux,
- à froid, une couche d'une composition contenant un liant bitumineux et un granulat,
- une couche de roulement ou de liaison.

Ces revêtements sont particulièrement efficaces pour ralentir la remontée dans la couche de roulement, des fissures se formant dans le support de la chaussée.

REVETEMENT MULTICOUCHE POUR CHAUSSEES

La présente invention appartient au domaine des revêtements de chaussées, notamment des chaussées dont les assises se fissurent.

La fissuration de retrait de chaussées à assise semi-rigide constitue un handicap au développement de ce type de structure dont l'intérêt technique et économique est par ailleurs certain. Ce phénomène indésirable se produit notamment pour les chaussées comportant des assises traitées aux liants hydrauliques et une couche de roulement constituée par des enrobés à chaud.

Différentes solutions ont été envisagées pour retarder ou empêcher la remontée dans les couches supérieures de la chaussée, de la fissuration provoquée par le retrait thermique des assises.

Une première amélioration consiste à interposer une membrane bitumineuse, ayant une épaisseur de 2 à 3 mm, entre la couche de roulement et le support. Dans le cas d'une chaussée neuve, le support est constitué par des graves traitées aux liants hydrauliques. Dans le cas d'une chaussée fissurée existante comportant des graves traitées aux liants hydrauliques, le support est constitué par le revêtement existant. Les bitumes utilisés pour la membrane bitumineuse peuvent être des bitumes purs ou des bitumes modifiés par addition de substances macromoléculaires.

Un inconvénient de ce type de procédé est que, lors de la pose du premier tapis d'enrobé à chaud sur la membrane bitumineuse, même sablée, celle-ci se met en fusion et percole de bas en haut à la base de ce tapis, si bien que son épaisseur diminue fortement jusqu'à disparaître quasi totalement si la température de l'enrobé est excessive. La capacité à ralentir la remontée des fissures se trouve alors considérablement amoindrie, car un tapis d'enrobé, même fortement enrichi en liant bitumineux à sa base, est à l'évidence moins déformable d'une couche de liant pur.

Une amélioration supplémentaire a ensuite été apportée par l'application, entre la membrane bitumineuse précitée et la couche de roulement ou une couche de liaison, d'une membrane réalisée par déroulement d'un non tissé ou par enchevêtrement sur place de fils synthétiques très fortement dosés. Ce procédé a permis de ralentir la remontée des fissures, mais sa mise en oeuvre est délicate et par conséquent coûteuse.

Les présents inventeurs ont maintenant découvert un nouveau moyen permettant d'empêcher la percolation inverse du liant constituant la membrane bitumineuse lors de l'application de l'enrobé à chaud formant la couche de roulement.

La présente invention a pour objet un nouveau revêtement multicouche pour les chaussées, notamment pour les chaussées dont les assises se fissurent.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation de ce revêtement.

Le revêtement multicouche selon l'invention comporte une membrane bitumineuse appliquée sur l'assise de la chaussée, et une couche de roulement ou une couche de liaison. Il est caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une couche d'enrobé coulé à froid, entre la membrane bitumineuse et la couche de roulement ou une couche de liaison. Bien entendu, si l'état de surface du support le nécessite, on appliquera une couche de surfacage sur ledit support, avant d'appliquer la membrane bitumineuse.

La couche d'enrobé coulé à froid est constituée par un liant bitumineux et un granulat dont la dimension maximale des particules reste inférieure à environ 10 mm.

Le granulat est de préférence un sable concassé et plus particulièrement un sable 0/6, 0/4 ou 0/2. L'épaisseur de la couche d'enrobé coulé à froid est comprise entre 3 et 12 mm. Elle est essentiellement fonction de la granulométrie du sable. Ainsi, pour un sable 0/2, l'épaisseur est de l'ordre de 3 à 5 mm ; pour un sable 0/4, elle est de 5 à 7 mm ; pour un sable 0/6, elle est de 7 à 10 mm.

La couche d'enrobé coulé à froid peut être une mono-couche. Elle peut également être une couche double.

Le liant bitumineux contient essentiellement un bitume.

Le bitume est choisi parmi les bitumes purs, de préférence parmi les bitumes de grades 60/70, 80/100, et 180/220.

Le bitume utilisé peut être un bitume modifié par addition de copolymères thermoplastiques, soit par mélange direct à chaud de bitume pur et de copolymère, soit par mélange indirect à froid d'émulsion de bitume pur et de dispersion aqueuse de copolymère au moment de la fabrication de l'enrobé à couler.

De préférence, on utilisera des copolymères éthylène vinyle acétate (EVA) ou styrène butadiène styrène triséquencé (SBS) ou éthylène méthacrylate (EMA).

Mais on pourra également utiliser les copolymères styrène butadiène rubber biséquencé (SBR) et les copolymères acrylique ainsi que divers mélanges de ces copolymères.

La teneur en copolymère est au plus égale à environ 5 % en poids. L'addition de tels copolymères a pour effet un moindre rejet à la mise en service, une meilleure liaison liant-granulat, une résistance à la saumure accrue, une réduction de la sensibilité à la chaleur et au froid, une plus grande cohésion ainsi qu'une meilleure

aptitude à la déformation.

Une charge minérale peut éventuellement compléter la granulométrie des granulats comme par exemple une poudre de roche broyée, de préférence calcaire, du ciment, des fibres de roche naturelle ou artificielle. La teneur en charge minérale est inférieure à 10 %.

Dans une variante de l'invention, le liant bitumineux contient en outre des fibres synthétiques. Les fibres utilisées sont des fibres organiques de synthèse ultrafines (quelques décitex) et relativement longues (4 à 8 mm). Elles sont choisies en fonction du module élastique du matériau dont elles sont constituées, afin d'obtenir un enrobé fibreux dont la déformabilité est compatible avec celle du support sur lequel il sera appliqué. Les fibres à faible module seront utilisées pour les chaussées les plus déformables.

La proportion de fibres est avantageusement comprise entre 0,05 et 3 % en poids. Cette proportion peut être très faible, mais compte-tenu de l'extrême finesse de ces fibres, leur nombre au mètre carré d'enrobé coulé est considérable, de même que la longueur du réseau qu'elles constituent.

La membrane bitumineuse appliquée sur le support peut être une simple membrane constituée essentiellement par un bitume pur.

De préférence, cette membrane est constituée par un bitume modifié par addition d'un composé macromoléculaire, par exemple un copolymère éthylène-acétate de vinyle (EVA) ou un copolymère styrène-butadiène-styrène (SBS). De telles membranes sont décrites par exemple dans le brevet FR 2 183 618 et son certificat d'addition 2 268 113.

La teneur maximale en copolymère est imposée par la viscosité limite du bitume modifié jusqu'à laquelle il s'écoule par une rampe d'épandage chauffante et calorifugée tout en restant à une température inférieure à la température de dégradation du copolymère.

A titre d'exemple de composition utilisable pour élaborer une membrane bitumineuse, on peut citer la composition suivante :

bitume 80/100 environ	80 % (en poids)
copolymère EVA	< 20 % (en poids)
dope	0 - 3 % (en poids)

L'épaisseur de la membrane bitumineuse est avantageusement comprise entre 1 et 5 mm.

Il convient de rappeler à ce stade que la composition précise de la membrane bitumineuse, ainsi que son mode d'application ne sont nullement critiques dans le cadre de la présente invention. C'est ainsi que ladite membrane bitumineuse peut être appliquée à chaud, ou bien répandue à froid sous forme d'une émulsion bitumineuse.

La membrane bitumineuse peut être avantageusement revêtue, de manière classique, lors d'une opération de sablage, par de fines particules, par exemple par de l'ardoisine ou par du sable de grèsage.

On observera toutefois qu'une telle opération de sablage ou de gravillonnage n'est pas obligatoire. En effet, il est tout à fait possible de faire circuler le camion de répandage de l'enrobé coulé à froid directement sur ladite membrane, à condition d'humidifier en permanence les pneumatiques du camion pour éviter leur collage à la membrane.

La nature exacte des couches de roulement ou de liaison n'est pas critique. Elles sont réalisées, d'une manière connue en soi, par exemple sous la forme d'un enduit superficiel, d'un enrobé à chaud ou d'un enrobé coulé à froid. Dans le cas particulier d'un enrobé à chaud susjacent, la couche d'enrobé coulé à froid constitue un écran thermique et mécanique s'opposant à la percolation inverse de la membrane dans cet enrobé.

La couche de roulement ou de liaison peut également être constituée par un enrobé coulé à froid contenant un bitume modifié auquel des fibres synthétiques ont éventuellement été ajoutées.

Le revêtement selon la présente invention peut être appliqué sur tout support de chaussée. Il est particulièrement utile pour les chaussées dont le support subit une fissuration, quelle que soit l'origine de la fissuration. Il peut s'agir notamment des fissurations actives provenant d'un phénomène de retrait thermique. Le support peut, par exemple, être constitué par des dalles de béton séparées par des joints de dilatation. Le revêtement est particulièrement utile pour les chaussées à assise semi-rigide traitées aux liants hydrauliques et pour les chaussées en béton de ciment.

Le procédé de réalisation d'un revêtement multicouche selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer successivement sur la chaussée, une couche d'un liant bitumineux répandue à chaud ou bien à froid sous forme d'émulsion, une couche d'enrobé coulé à froid, puis une couche de roulement ou une couche de liaison. Chacune de ces couches est appliquée par les procédés classiques.

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

Les exemples 1 et 2 sont des exemples de préparation de compositions destinées à constituer la couche d'enrobé coulé à froid.

EXEMPLE 1

5 On a utilisé comme liant bitumineux, le Mobilplast ® commercialisé par le demandeur, contenant 95% en poids de bitume 80/100 émulsionnable, et 5% en poids d'un copolymère EVA 33/45.

On a préparé une émulsion ayant la composition suivante, exprimée en kg :

	liant Mobilplast ®	600
	agent émulsifiant	9
10	HCl (d-1,19)	2,15
	Eau	400

Les caractéristiques de cette émulsion sont les suivantes :

	- pH	2 à 3,5
	- viscosité Engler	2 à 6 degrés
15	- refus sur tamis de	
	- 0,630 mm	< 0,1 %
	- 0,160 mm	< 0,25 %
	- indice de rupt. LCPC	> 160
	- diamètre médian	2 à 4 µm
20	- sédimentation à 7 jours	< 5%

La composition destinée à former la couche d'enrobé coulé à froid a été préparée en malaxant le mélange suivant, dans lequel les proportions sont exprimées en parties en poids :

25	- mélange initial	100
	- sable concassé 0/2 mm	99% en poids
	- ciment CPA 55	1% "
	- eau de mouillage	7,5
30	- émulsion à 60%	25
	- dope pur	0,2
	- fibres polyester	0,2
35	- liant résiduel	15

EXEMPLE 2

40 On a utilisé l'émulsion préparée à l'exemple 1 et on a préparé la composition suivante, de la même manière que dans l'exemple 1 :

45	- mélange minéral	100
	- sable concassé 2/4 mm	34% en poids
	- sable concassé 0/2 mm	65% "
	- CPA 55	1% "
	- eau de mouillage	8
50	- émulsion à 60%	20
	- dope pur	0,2
	- fibres polyester	0,2
55	- liant résiduel	12

EXEMPLE 3

5 Essais de retrait-flexion

Des essais de retrait-flexion ont été effectués sur une éprouvette reproduisant un revêtement multi-couche de l'invention et sur des éprouvettes reproduisant des revêtements témoins.

L'essai consiste à suivre la vitesse de remontée d'une fissure au travers des différents revêtements.

10 Chaque éprouvette représentative du complexe support + revêtement est soumise, dans des conditions de température constante (5°C), à deux sollicitations, simultanément :

- une traction longitudinale continue lente, simulant le retrait thermique.
- une flexion verticale cyclique, à la fréquence de 1 Hz, simulant le trafic.

La progression de la fissure est suivie par le biais d'un réseau de fils conducteurs.

15 L'essai permet d'estimer, dans ces conditions, différentes caractéristiques liées à l'efficacité du complexe étudié (apparition de la fissure, vitesse de propagation, temps de fissuration complète du complexe).

Un schéma de la machine utilisée est représenté sur la fig. 1.

Dans la figure 1,

- (1) représente le bâti de la machine.
- 20 (2) représente les axes de pivotement des plaques en L (3).
- (4) représente des lames souples.
- (5) représente la traverse supérieure de réaction du vérin pneumatique à course réglable (6).
- (7) représente les galets.
- (8) représente les plaques d'appui.
- 25 (9) représente le réglage de la course du vérin pneumatique(6).
- (10) représente les biellettes de transmission de flèche aux plaques en L (3).
- (11) représente le vérin de traction à vis et la circulation de bille.
- (12) représente les plaques de base boulonnées sur les plaques en L (3) (épaisseurs variables suivant l'épaisseur des éprouvettes).
- 30 (13) représente le collage de l'éprouvette sur les plaques de base (12).
- (14) représente la couche de 1,5 cm de béton bitumineux au soufre préfissurée simulant l'ancienne chaussée fissurée.
- (15) représente la préfissure (feuille carton).
- (16) représente l'interface éventuelle (géotextile, membrane, pontage).
- 35 (17) représente le corps d'éprouvette, c'est-à-dire la couche de roulement.
- (18) représente le clinquant collé interdisant les mouvements verticaux des extrémités de l'éprouvette tout en permettant un mouvement horizontal (par rapport aux plaques de base).
- (19) représente le réseau de détection de fissure.

Les éprouvettes à tester ont été préparées à la table de compactage dans des plaques de 400 x 600 x e (mm), e étant l'épaisseur. Elles sont constituées des couches suivantes :

- a - Couche support préfissurée en sable bitume soufre d'une épaisseur de 15 mm ;
- b - éventuellement système à étudier ;
- c - Couche de roulement étalon en béton bitumineux témoin 0/10, désigné ci-après par BB 0/10, généralement en 6 cm d'épaisseur répondant à la formule suivante :
- 45 35% sable 0/2 Pont de Colonne
- 22% sable 2/6 "
- 40% sable 6/10 "
- 3% fines calcaires
- 6,3% bitume 60/70,

50 Chaque plaque est sciée pour fournir trois éprouvettes d'essai de dimensions 560 x 110 x e. Chaque éprouvette reçoit un réseau de fils conducteurs faisant partie du système de suivi de la fissure. L'éprouvette est ensuite collée sur deux demi-plaques (en aluminium) et fixée sur la machine conformément au schéma de la figure 1.

55 Pour une description plus détaillée du procédé et du dispositif de mesure utilisés, on se reportera à : "Reflective Cracking in Pavement, Assessment and Control" édité pour la Conférence tenue à Liège en Belgique les 8, 9 et 10 mai 1989, relatant la conférence de J.H. Vecoven, L.R.P.C. d'Autun, intitulée : "Méthode d'étude de systèmes limitant la remontée de fissures dans les chaussées".

Un complexe support + revêtement complexe selon l'invention a été étudié dans le cadre de cette expérimentation, par comparaison avec trois complexes témoins. Leurs constitutions sont indiquées dans le tableau I ci-dessous.

TABLEAU I

5

	Echantillon n°	Nature des couches	Epaisseur
10	1	BB 0/10	4 cm
	2	BB 0/10	8 cm
15	3	Sable enrobé BB 0/10	2 cm 6 cm
	4	membrane bitumineuse enrobé coulé à froid 0/4 (exemple 2) BB 0/10	0,5 mm 1,2 cm 6 cm
20			

Le comportement en cours d'essai des systèmes à tester peut se décomposer ainsi :

- Période sans fissure (de l'origine à l'instant amorçage) ;
- 25 – Apparition de la fissure en fond de couche (instant amorçage) ;
- Période de remontée de la fissure ;
- Rupture rapide du système (instant de fissuration totale).

Les résultats pour chaque système étudié, sont représentés sur le graphique de la figure 2 qui fournit la progression de la fissure en fonction du temps. L'épaisseur fissurée E, en mm, est portée en ordonnée. Le temps de fissuration T, en mn, est porté en abscisse.

30 Chaque courbe correspond au comportement moyen de deux éprouvettes. Le numéro affecté à chaque courbe est le n° de l'échantillon correspondant.

L'essai, bien que simulant les sollicitations auxquelles est soumise la chaussée, ne peut être interprété qu'en établissant des comparaisons avec des systèmes témoins connus. Les témoins utilisés dans cette étude 35 sont des bétons bitumineux au 60/70 directement collés sur leur support fissuré (échantillons et courbes n° 1 et 2) et un système béton bitumineux au 60/70 + sable riche bitume 80/100 lui-même collé sur son support (échantillon et courbe n° 3).

Lorsque l'on observe les courbes de la figure 2, on note que les temps d'amorçage sont assez semblables. Les témoins et le système selon l'invention semblent avoir un comportement assez proche lors de cette phase.

40 En revanche, lorsque l'on considère la première phase de propagation de la fissure (les deux premiers centimètres), les vitesses moyennes de fissuration sont notablement différentes :

- Procédé bicouche : 6 mm/h
- Procédé membrane-coulis : 4 mm/h

En comparant le système selon l'invention et les systèmes témoins, il apparaît que les systèmes selon 45 l'invention présentent une meilleure résistance à la propagation de la fissuration.

Revendications

- 50 1. Revêtement multicouche pour une chaussée comportant une assise subissant des fissurations, constitué par une membrane bitumineuse appliquée sur l'assise et une couche de roulement ou une couche de liaison, caractérisé en ce qu'il comporte, entre la membrane bitumineuse et la couche de roulement ou de liaison, au moins une couche d'enrobé coulé à froid.
- 55 2. Revêtement multicouche selon la revendication 1, caractérisé en ce que la membrane bitumineuse est constituée de bitume pur ou de bitume modifié par des copolymères thermoplastiques.
3. Revêtement multicouche selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la couche d'enrobé coulé à froid contient un liant bitumineux et un granulat dont la dimension maximale des particules est inférieure à environ 10 mm.

- 5
4. Revêtement multicouche selon la revendication 3, caractérisé en ce que le granulat est choisi parmi les sables concassés.
- 10
5. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que le liant bitumineux contient un bitume pur.
- 15
6. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le liant bitumineux contient un bitume-modifié par addition d'au moins un copolymère.
- 20
7. Revêtement selon la revendication 6, caractérisé en ce que le copolymère est choisi parmi les copolymères éthylène-acétate de vinyle, les copolymères triséquencés styrène-butadiène-styrène, les copolymères styrène-butadiène rubber biséquencé (SBR), les copolymères acryliques, ainsi que leurs mélanges.
- 25
8. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la couche d'enrobé coulé à froid contient des fibres synthétiques.
- 30
9. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte une couche de surfacage entre le support et la membrane bitumineuse.
- 35
10. Procédé de réalisation d'un revêtement de chaussée selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, visant à ralentir la propagation des fissurations des assises à travers le revêtement, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer successivement sur l'assise de la chaussée éventuellement revêtue d'une couche de surfacage :
- 40
- une couche de liant bitumineux,
 - à froid, une couche d'une composition contenant un liant bitumineux et un granulat,
 - une couche de roulement ou de liaison.
- 45
- 50
- 55
11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la couche de roulement ou de liaison est appliquée à chaud.

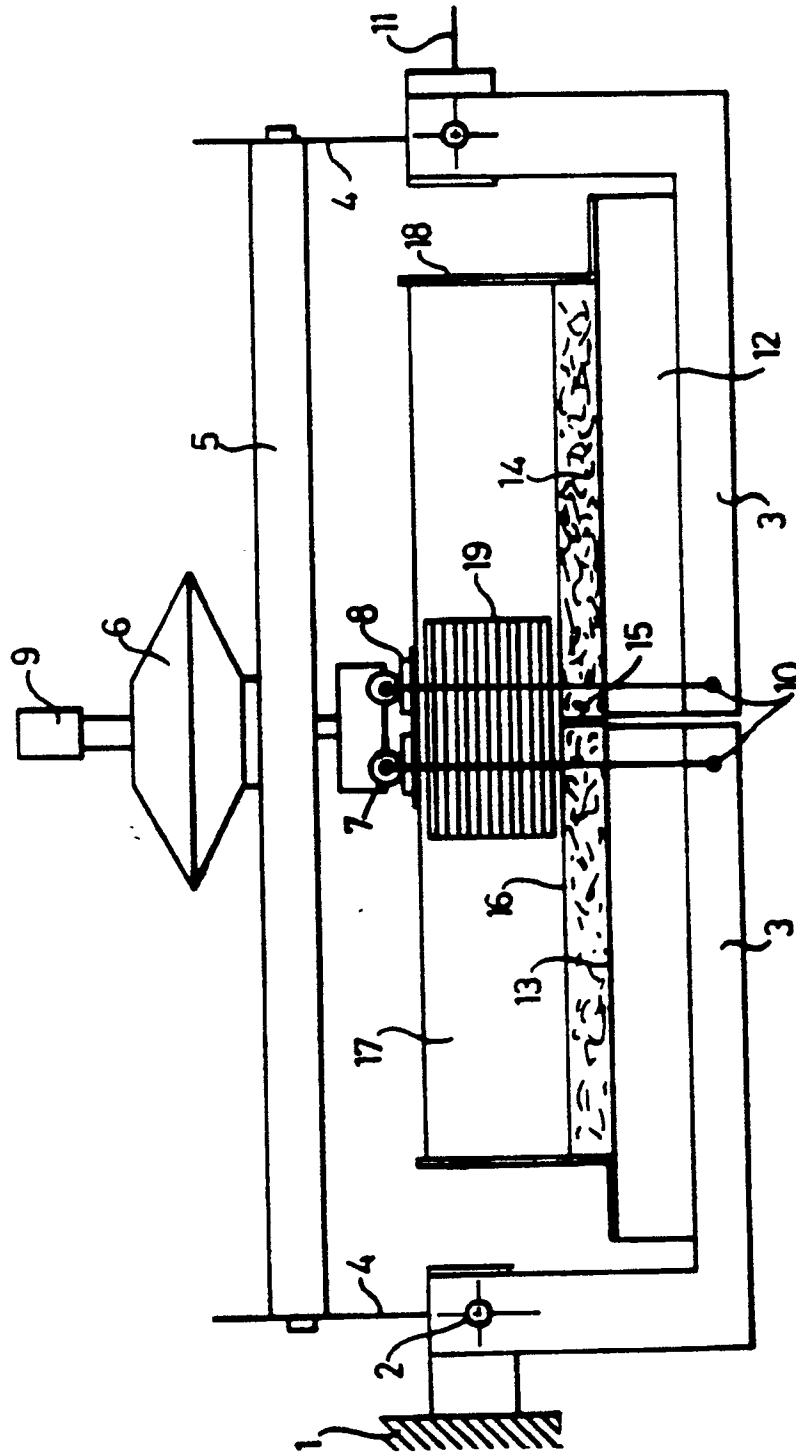
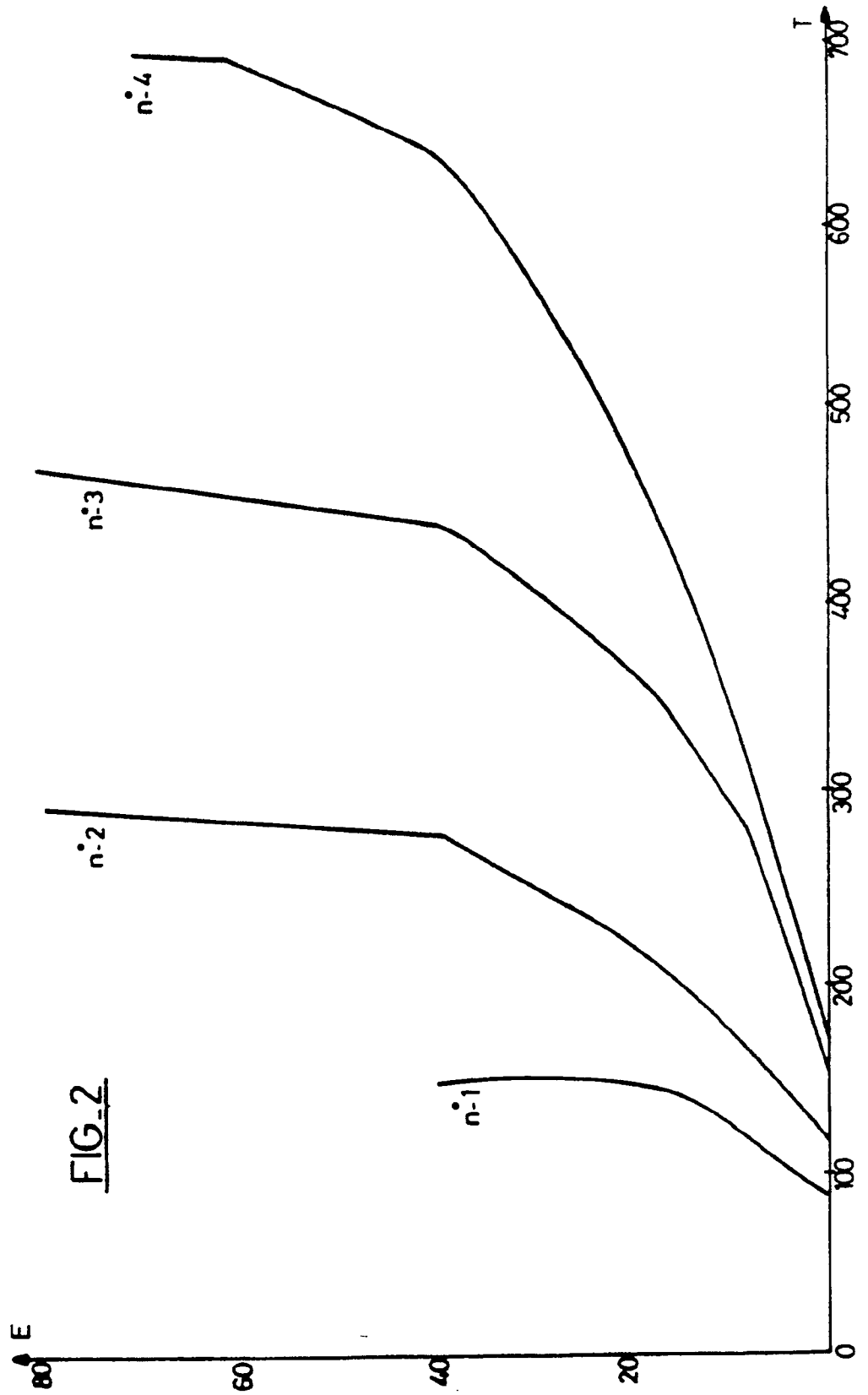


FIG. 1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0237

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)
A	EP-A-0 216 148 (VIALIT KALTASPHALT GESELLSCHAFT MBH) * colonne 1, lignes 1-9; colonne 2, lignes 5-36; colonne 4, lignes 24-58 *	1	E 01 C 7/32
A	CH-A- 422 855 (BRITISH CELLOPHANE LTD.) * page 1, ligne 1 - page 2, ligne 76 *	1	
A	CH-A- 545 378 (OLEAG AG) * colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 8 *	1,10	
A	FR-A- 922 016 (N.V. DE BATAAFSCHE PETROLEUM MAATSCHAPPIJ) * en entier *	1	
A	DE-A-2 250 694 (U.S. RUBBER RECLAIMING CO. INC.) * pages 1-6 *	1	
D,A	FR-A-2 183 618 (MOBIL OIL FRANCAISE et al.) * revendication 1 *	6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) E 01 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications:			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 06-05-1991	Examineur PAETZEL H-J
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 A : 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			

EP 0 440 562 A1 (P0402)