



Office de la Propriété
Intellectuelle
du Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Canadian
Intellectual Property
Office

An agency of
Industry Canada

CA 2804567 A1 2013/07/23

(21) **2 804 567**

(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(22) Date de dépôt/Filing Date: 2013/01/22

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2013/07/23

(30) Priorité/Priority: 2012/01/23 (FR12 50632)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C04B 26/02* (2006.01),
C04B 14/02 (2006.01), *C04B 24/00* (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
COLAS, FR

(72) Inventeur/Inventor:
BELKAHIA, ABDELTIF, FR

(74) Agent: GOWLING LAFLEUR HENDERSON LLP

(54) Titre : PROCÉDES DE FABRICATION D'ENROBES HYDROCARBONES COMPRENANT UN ENROBAGE
SEQUENCE

(54) Title: FABRICATION PROCESS FOR CARBON COATING INCLUDING A SEQUENCE COATING

(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne des procédés de fabrication d'enrobés hydrocarbonés comprenant un enrobage séquencé utilisant une composition de liant hydrocarboné anhydre et une émulsion de liant hydrocarboné.



TITRE

Procédés de fabrication d'enrobés hydrocarbonés comprenant un enrobage séquencé

ABREGE

L'invention concerne des procédés de fabrication d'enrobés hydrocarbonés comprenant un enrobage séquencé utilisant une composition de liant hydrocarboné anhydre et une émulsion de liant hydrocarboné.

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'enrobés routiers par enrobage à froid séquencé, utilisant un liant anhydre fluide et une émulsion.

Il est bien connu que les enrobés à chaud ont de bonnes caractéristiques mécaniques, mais leur durée de mise en œuvre est limitée à quelques heures. Ainsi, les enrobés à froid qui permettent une application pendant un laps de temps plus long et par faibles quantités, ont été développés, et sont largement utilisés surtout lorsqu'il n'existe pas de poste d'enrobage à chaud à proximité des travaux. Bien que l'enrobage à froid fournisse des produits moins homogènes que la technique à chaud, leur maniabilité à température ambiante a justifié leur emploi jusqu'à présent.

La fabrication à froid consiste en général à malaxer des granulats, éventuellement humidifiés, avec un liant hydrocarboné mis en émulsion, ce qui le rend peu visqueux, à une température proche de la température ambiante, c'est-à-dire généralement à une température de 5 à 35°C.

Les enrobés à froid s'affranchissent de beaucoup de contraintes liées aux enrobés à chaud, mais présentent toutefois des défauts. D'une part, l'enrobage peut être de qualité médiocre, et d'autre part, la maniabilité peut être faible, ce qui peut avoir des conséquences sur les performances de l'ouvrage réalisé, en terme, d'uni-transversal et longitudinal (mauvaise qualité géométrique de la surface). En outre, la montée en cohésion est généralement lente ce qui fragilise la surface au jeune âge.

Des solutions ont été proposées pour pallier les défauts de l'enrobage à froid ou pour proposer des procédés à température de fabrication abaissée.

Le document GB 333 433 décrit un procédé de fabrication d'un enrobé bitumeux comprenant une première étape d'enrobage à chaud (50°C) d'un matériau granulaire par une composition de bitume fondu pouvant être mélangé avec un fluxant (pétrole), suivie d'une seconde étape consistant à mélanger le matériau revêtu obtenu précédemment avec une émulsion bitumeuse (60% de bitume et 40% d'eau).

Le procédé, décrit dans ce document, présente l'inconvénient de nécessiter une première étape d'enrobage à chaud.

Le document GB 775 917 décrit une émulsion eau dans huile destinée à enrober des agrégats comprenant une phase aqueuse composée : d'eau, d'un solvant mutuel (huile de créosole) et d'un tensioactif cationique soluble dans l'eau (dérivés amines, tels que l'ammonium quaternaire), et d'une phase huileuse comprenant : une huile hydrocarboné (fluxant pétrolier) et un liant hydrocarboné.

La demande FR 2 623 219 décrit par exemple un procédé pour fabriquer à froid des enrobés denses bitumineux stockables selon lequel les matériaux plus fins sont enrobés séparément des plus gros avec une émulsion à froid, ce qui permet d'améliorer l'homogénéité de la répartition du liant. Toutefois cette technique fait en général appel à l'utilisation d'un liant très mou (ou fluxé, ou fluidifié), ce qui limite les performances mécaniques de l'enrobé.

La demande de brevet EP 0 552 574 décrit quant à elle un procédé combinant l'enrobage à chaud d'au moins une fraction des granulats à l'aide d'un liant relativement dur,

avec l'enrobage à froid. Le procédé de fabrication d'enrobés routiers décrit dans ce document comprend deux étapes. Lors d'une première étape, on effectue un pré-enrobage à chaud d'au moins une partie des fractions granulaires utilisées à l'aide d'un liant anhydre. Lors de la deuxième étape, on procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et, le cas échéant, d'un complément granulaire, au moyen d'une émulsion de liant.

Cette technique nécessite deux types d'installations industrielles.

La demande de brevet WO 2005/028756 ou FR 2 860 011 décrit un procédé fabrication d'un enrobé bitumineux à froid pour revêtement routier, obtenu par enrobage de granulats par un liant bitumineux en émulsion, les granulats pouvant être éventuellement pré-enrobés par un liant hydrocarboné, ledit procédé comprenant, après l'enrobage, une ou plusieurs étapes de chauffage de l'enrobé pour obtenir une température de l'enrobé, au moment de sa mise en œuvre, de 30 à 65°C. Le pré-enrobage est réalisé soit à chaud par exemple avec un liant hydrocarboné anhydre, soit à froid avec un liant bitumineux en émulsion. L'étape de chauffage est réalisée au moyen d'un dispositif spécifique correspondant à un tube réchauffeur d'agréats permettant de chauffer spécifiquement dans la plage de température de 30 à 65°C sans risque de provoquer une combustion de tout ou partie du bitume.

La difficulté d'enrober à froid peut également être contournée en séquençant l'enrobage avec deux émulsions de bitume fluxé pour les formules d'enrobés denses ou semi-denses. Le séquençage consiste à enrober séparément le sable et les gravillons, et cela en utilisant des émulsions de formulation différentes et adaptées.

L'utilisation de fluxant permet d'améliorer la durée de stockage ou la maniabilité des enrobés à froid notamment l'obtention de durée de stockage allant de quelques heures à plusieurs mois. Toutefois, lorsque les enrobés hydrocarbonés appliqués à froid sont fabriqués à froid, le liant est mis en émulsion avant l'enrobage des granulats. La présence de fluxant dans le liant de l'émulsion complique souvent l'enrobage car il favorise le désenrobage des gravillons.

La présente invention concerne des procédés de fabrication d'enrobés alternatifs simplifiés ne présentant pas les inconvénients des procédés de l'art antérieur dont notamment le désenrobage des gravillons.

Ces procédés de fabrication d'enrobés hydrocarbonés comprennent un enrobage séquencé utilisant une composition de liant hydrocarboné anhydre et une émulsion de liant hydrocarboné. Les deux étapes du procédé sont réalisées à froid, c'est-à-dire sans apport de chaleur. L'utilisation combinée de l'émulsion et de la composition particulière de l'invention permet de façon surprenante d'éviter le désenrobage.

On obtient une répartition homogène du liant sur toutes les fractions granulaires, ce qui apporte une réduction des risques de ségrégation et une augmentation des performances mécaniques. La maniabilité peut également être ajustée en adaptant la proportion relative de liant anhydre et d'émulsion en fonction de la durée de stockabilité souhaitée d'une part, et au mode de transport et de mise en œuvre d'autre part.

Enfin, la composition anhydre de liant hydrocarbonée joue le rôle d'un agent coalescent dans le sens où elle favorise la montée en cohésion et le murissement de l'enrobé. Elle le rend également cohésif et adhésif, ce qui permet une remise en circulation sans gravillonnage en surface.

5 Les enrobés hydrocarbonés mis en œuvre selon les procédés de l'invention présentent un comportement au moins équivalent à ceux obtenus selon les procédés de l'art antérieur et constituent donc une alternative aux techniques traditionnelles à froid ou aux techniques couplant des technique à chaud et à froid tout en maintenant une bonne capacité au stockage.

10 Selon un premier mode de réalisation, l'invention concerne donc un procédé de fabrication d'enrobés routiers comprenant au moins un liant hydrocarboné et un mélange granulaire comprenant une fraction granulaire fine correspondant à un sable 0/d avec d compris entre 2 et 6 mm, de préférence entre 2 et 4 mm, et des gravillons, de préférence des gravillons d/D avec D compris entre 4 et 14 mm caractérisé en ce que :

15 (a) on effectue un pré-enrobage à froid d'une partie ou de la totalité du mélange granulaire à l'aide d'une composition anhydre de liant hydrocarboné comprenant en masse par rapport à la masse totale de liant hydrocarboné et de fluxant :

- 10 à 70%, de préférence 40 à 70% et mieux 40 à 60% d'au moins un liant hydrocarboné et
- 10 à 90%, notamment de 30 à 90%, de préférence de 30 à 60% et mieux de 40 à 60% d'au moins un fluxant, puis

20 (b) on procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et, le cas échéant, d'un complément granulaire, au moyen d'une émulsion de liant hydrocarboné constituée d'une dispersion de liant hydrocarboné dans une phase aqueuse, comprenant en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion:

- 40% à 70%, de préférence 55 à 66 % de liant hydrocarboné,
- 25 - de l'eau.

La composition anhydre peut contenir également un ou des tensioactifs, des élastomères de type Styrène Butadiène Styrène, des acides carboxyliques ou dimères d'acide gras, de manière à favoriser soit les performances mécaniques, soit l'enrobage en deuxième phase.

30 Le liant hydrocarboné peut être composé de bitume naturel ou synthétique, de liant d'origine végétale, de fluxant d'origine pétrolière ou végétale, d'élastomère de type Styrène Butadiène Styrène, d'acide carboxylique ou dimère d'acide gras, de tensioactif.

L'eau peut éventuellement être additivée de tensioactif, d'acide, de latex naturel ou synthétique. De préférence, l'émulsion comprend 30 à 40% d'eau en masse par rapport à la
35 masse totale de l'émulsion.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'invention concerne un procédé de fabrication d'enrobés routiers comprenant au moins un liant hydrocarboné et un mélange granulaire comprenant une fraction granulaire fine correspondant à un sable 0/d avec d compris entre 2 et 6, de préférence 2 et 4, et des gravillons, de préférence des gravillons d/D avec D compris
40 entre 4 et 14 mm caractérisé en ce que :

(a) on effectue un pré-enrobage à froid d'au moins une partie du mélange granulaire à l'aide d'une émulsion de liant hydrocarboné constituée d'une dispersion de liant hydrocarboné dans une phase aqueuse, comprenant en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion:

- 40% à 70%, de préférence 55 à 66% de liant hydrocarboné, et

5 - de l'eau, puis

(b) on procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et, le cas échéant, d'un complément granulaire, au moyen d'une composition anhydre de liant hydrocarboné comprenant en masse par rapport à la masse totale de liant hydrocarboné et de fluxant :

- 10 à 70%, de préférence 40 à 70% et mieux 40 à 60% d'au moins un liant hydrocarboné et

10 - 10 à 90%, notamment de 30 à 90%, de préférence de 30 à 60% et mieux de 40 à 60% d'au moins un fluxant.

Avantageusement, la composition anhydre de liant hydrocarboné selon le premier ou second mode de réalisation de l'invention comprend ainsi au moins 30% de fluxant, en masse, par rapport à la masse totale de liant hydrocarboné et de fluxant.

15 Le liant hydrocarboné peut être composé de bitume naturel ou synthétique, de liant d'origine végétale, de fluxant d'origine pétrolière ou végétale, d'élastomère de type Styrène Butadiène Styrène, d'acide carboxylique ou dimère d'acide gras, de tensioactif.

La composition anhydre peut contenir également un ou des tensioactifs, des élastomères de type styrène Butadiène Styrène, des acide carboxyliques ou dimère d'acide gras, de manière à favoriser soit les performances mécaniques, soit l'enrobage en deuxième phase.

20 L'eau utilisée dans l'émulsion peut être additivée de tensioactif, d'acide, de latex naturel ou synthétique. De préférence, l'émulsion comprend 30 à 40% d'eau en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion.

25 De préférence, la composition anhydre utilisée selon le premier ou le deuxième mode de réalisation de l'invention présente un temps d'écoulement, mesuré selon la norme EN 12846-2 à travers un orifice de 4 mm à 25°C, inférieur à 200 secondes.

Selon l'invention, on considère que le pré-enrobage et l'enrobage sont réalisés « à froid » c'est-à-dire sans apport de chaleur extérieure et donc à température ambiante. On entend par "enrobage à froid" l'enrobage du matériau dans son état hydrique normal, c'est-à-dire sans chauffage des matériaux et évaporation de l'eau.

35 Le nouveau procédé selon le premier mode de réalisation combine donc l'utilisation d'un liant anhydre fluxé et d'une émulsion. Le principe est de « neutraliser » soit la fraction fine, soit la totalité du mélange granulaire avec une composition anhydre de liant hydrocarboné fluxé. « Neutraliser » signifie que la fraction fine et/ou les gravillons pré-enrobés avec la composition de liant hydrocarboné fluxé deviennent, du fait du pré-enrobage, moins réactifs vis-à-vis de l'émulsion. Cette composition est suffisamment fluide pour se disperser dans le mélange granulaire. La surface des granulats pré-enrobés devient adhésive au moment de l'enrobage final avec l'émulsion. Le désenrobage des gravillons est alors supprimé.

Le nouveau procédé selon le deuxième mode combine également l'utilisation d'un liant anhydre fluxé et d'une émulsion. La première phase d'enrobage est de préférence partielle. Le principe est de terminer l'enrobage partiel de l'émulsion avec un liant anhydre formulé de manière à être adhésif vis-à-vis des granulats non enrobés en première phase.

5 Dans les deux modes, en plus d'assurer une qualité d'enrobage, la composition anhydre de liant hydrocarboné joue le rôle d'agent coalescent et favorise la montée en cohésion du mélange, évite le gravillonnage de surface et participe à la maniabilité et à la stockabilité.

10 Dans le cas d'incorporation d'aggrégats d'enrobé dans la composition granulaire, la composition anhydre pourra également jouer le rôle d'agent régénérant. Sa viscosité et son caractère solvant permettant de mobiliser tout ou partie du liant des aggrégats.

Les procédés de l'invention comportent en outre les caractéristiques suivantes prises seules ou en combinaison :

- le liant hydrocarboné utilisé dans la composition anhydre et/ou l'émulsion présente une pénétrabilité à 25°C, mesurée selon la norme NF EN 1426 comprise entre 35 et 300 1/10 mm, de préférence comprise entre 50 et 220 et mieux entre 70 et 220 1/10 mm et un point de ramollissement mesuré selon la norme NF EN 1427 de 30 à 75°C, de préférence compris entre 25 et 45°C,
- la composition anhydre présente un temps d'écoulement, mesuré selon la norme EN 12846-2 à travers un orifice de 4 mm à 25°C, de préférence inférieure à 50s et mieux inférieur à 30s,
- 20 - l'émulsion de liant hydrocarboné peut comprendre en outre un fluxant de même nature que celui utilisé pour la composition anhydre de liant hydrocarboné, de préférence le fluxant représente 0 à 5%, de préférence 2 à 5% en masse de la composition anhydre de liant hydrocarboné,
- le liant hydrocarboné est un liant végétal ou du bitume naturel ou synthétique (VEGECOL®, 25 VEGECLAIR® et BITUCLAIR®),
- le fluxant est de préférence à base de matières grasses d'origine naturelle comprenant des chaînes grasses hydrocarbonées ayant subi au moins une réaction de fonctionnalisation chimique ayant introduit au moins un groupe fonctionnel oxygéné, de préférence choisi parmi les groupes acide carboxylique, diacide carboxylique, époxyde, peroxyde, aldéhyde, éther, 30 ester, alcool et cétone,
- le procédé comprend en outre une étape (c) de mise en œuvre l'enrobé, de préférence l'étape de mise en œuvre de l'enrobé comprend une étape d'épandage sur la chaussée et une étape de compactage pour former une couche de roulement, cette étape de mise en œuvre peut être mécanique ou manuelle selon le type d'enrobés fabriqués,
- 35 - les procédés de fabrication d'enrobés routiers selon l'invention ne comportent aucune étape de chauffage notamment après l'enrobage ou lors de la mise en œuvre.
- la teneur en liant résiduel de l'enrobé déterminé selon la norme EN 12274-2 est comprise entre 3,2 à 8 parties,
- le mélange granulaire correspond à la classe granulaire 0/4 0/6, 0/10 ou 0/14 continue ou 40 discontinue,

6

- la valeur d du sable 0/d de la fraction granulaire peut valoir 2, 3 ou 4, de préférence 4,
- la valeur D des gravillons peut valoir 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14, de préférence 10 avec $D > d$,

- le mélange granulaire peut comprendre :

- 5 - 30 à 40% de sable 0/4,
 - 60 à 70% de gravillons, de préférence de gravillons 4/6 et 6/10,

- le mélange granulaire peut comprendre :

- 30 à 40% de sable 0/4,
- 30 à 40% de gravillons 4/6 et

- 10 - 25 à 35% de gravillons 6/10,

- le mélange granulaire peut contenir des agrégats d'enrobé (0 à 100% en masse de la masse totale du mélange granulaire),

- les fines (< 0.063 mm) provenant principalement du sable 0/d représentent 1 à 10%, de préférence 3 à 7% en masse du mélange granulaire.

- 15 Selon le premier ou le deuxième mode de réalisation, on peut effectuer un pré-enrobage à froid de la totalité du mélange granulaire,

Selon le premier mode de réalisation, de préférence,

- dans l'étape (a), on enrobe la totalité du mélange granulaire

- dans l'étape (a), on enrobe au moins une partie de la fraction granulaire, de préférence la totalité de la fraction granulaire fine et dans l'étape (b), le complément granulaire est constitué par les gravillons,

- 20 - dans l'étape (a), on utilise 0,5 à 4 parties, de préférence 2 à 4 parties en masse de composition de liant hydrocarboné anhydre pour 100 parties en masse de la partie du mélange granulaire utilisé à l'étape (a),

- 25 - dans l'étape (b), on utilise 5 à 12 parties, de préférence 5 à 10 parties en masse d'émulsion de liant hydrocarbonée pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de la composition de liant hydrocarboné anhydre.

Selon le deuxième mode de réalisation :

- dans l'étape (a), on enrobe la totalité du mélange granulaire,

- 30 - dans l'étape (a), on enrobe au moins une partie des gravillons ou la totalité des gravillons, et dans l'étape (b), le complément granulaire est constitué par la fraction granulaire fine et éventuellement les gravillons restant,

- dans l'étape (a), on utilise 2 à 12 parties en masse d'émulsion de liant hydrocarbonée pour 100 parties en masse de la partie du mélange granulaire utilisé à l'étape (a).

- 35 - dans l'étape (b), on utilise 0,5 à 5 parties, de préférence 2 à 4 parties, en masse de composition de liant hydrocarboné anhydre pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de l'émulsion de liant hydrocarboné.

Le fluxant sera de préférence d'origine végétale. Le principal avantage des fluxants de ce type est de ne pas dégager de composés organiques volatils (COV) dans l'atmosphère. Leur deuxième avantage est de présenter des points éclair élevé ($> 130^{\circ}\text{C}$). Il est envisageable

d'utiliser comme fluxant des huiles végétales ou des esters d'huile végétale. Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux de l'invention, le fluxant de la composition de liant hydrocarboné anhydre est un fluxant à base de matières grasses d'origine naturelle comprenant des chaînes grasses hydrocarbonées.

5 De préférence, les matières grasses d'origine naturelle ont été fonctionnalisées chimiquement, autrement dit "activées" chimiquement. Le fluxant comprend donc des matières grasses d'origine naturelle comprenant des chaînes grasses hydrocarbonées, ces matières grasses d'origine naturelle ayant subi au moins une réaction de fonctionnalisation chimique ayant introduit au moins un groupe fonctionnel oxygéné.

10 Ces matières grasses d'origine naturelle à base de matières grasses animales et/ou végétales, permettent d'éviter le dégagement de composés organiques volatils (COV).

Ces fluxants sont décrits dans le brevet EP 1645 595. De préférence, le groupe fonctionnel oxygéné introduit lors de la modification chimique des matières grasses d'origine naturelle est choisi parmi les groupes : acide carboxylique, diacide carboxylique, époxyde, peroxyde, aldéhyde, éther, ester, alcool et cétone, cette liste n'étant pas limitative. Par fonction éther, on entend la fonction éther oxyde.

Par "matières grasses d'origine naturelle", on entend, dans la présente invention, les matières grasses en provenance de la nature, mais aussi leurs dérivés, comme par exemple les monoesters gras obtenus par transestérification de triglycérides par des mono-alcools.

20 Les matières grasses d'origine naturelle utilisables dans la présente invention pour subir une réaction de fonctionnalisation chimique par oxydation sont choisies parmi les huiles obtenues dans la nature ou leurs dérivés, les graisses obtenues dans la nature ou leurs dérivés, et leurs mélanges, par exemple des huiles et graisses animales et/ou végétales, de préférence des huiles végétales et des graisses animales, mieux des huiles végétales.

25 Préférentiellement, on utilisera les huiles végétales telles que les huiles de tournesol, de colza, d'arachide, de coprah, de lin, de palme, de soja, d'olive, de ricin, de maïs, de courge, de pépins de raisin, de jojoba, de sésame, de noix, de noisette, de bois de chine, le tallol (« tall oil »), leurs dérivés, ainsi que leur mélanges.

Les matières grasses d'origine naturelle utilisables dans la présente invention peuvent subir une réaction d'isomérisation avant d'être soumises à la fonctionnalisation chimique de l'invention. Comme cela est bien connu, le but du traitement d'isomérisation est l'augmentation du nombre de doubles liaisons C=C conjuguées, qui se traduit par une augmentation du pouvoir siccatif, et une diminution de la viscosité initiale. Les conditions de cette réaction d'isomérisation ont été largement décrites dans la littérature, par exemple dans Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Edition (2005), Fereidoon Shahidi Ed., John Wiley & Sons, Inc.

35 Les fluxants utilisés selon l'invention sont des matières grasses d'origine naturelle chimiquement fonctionnalisées, terme par lequel il faut comprendre au sens de la présente invention des matières grasses d'origine naturelle modifiées par l'introduction d'au moins un groupe fonctionnel oxygéné choisi de préférence parmi les groupes acide carboxylique, diacide carboxylique, époxyde, peroxyde, aldéhyde, éther, ester, alcool et cétone. Ces groupes

40

fonctionnels sont susceptibles de réagir avec des fonctions chimiques présentes dans le liant hydrocarboné et/ou avec des fonctions chimiques d'autres molécules de fluxant. Les fonctions chimiques présentes dans le liant hydrocarboné sont par exemple des fonctions acide ou alcool.

5 Les matières grasses d'origine naturelle qui seront fonctionnalisées chimiquement selon l'invention, et donc activées, peuvent donc être, sans limitation, directement les huiles et graisses d'origine naturelle, ou bien des acides gras, des esters d'acides gras, préférentiellement des esters d'alkyle, tels que des mono-esters d'alkyle, des alcools gras, des esters d'alcools gras, des triglycérides, des esters de diacides gras, des esters d'acides
10 résiniques, des acides résiniques, des dérivés de ces composés, et des mélanges de ces composés, d'origine animale ou végétale.

Au sens de la présente invention, on entend par acides gras des acides mono, di ou tricarboxyliques aliphatiques en C4-C28, de préférence en C14-C24, mieux en C16-C22, saturés, mono-insaturés ou poly-insaturés, linéaires ou ramifiés, cycliques ou acycliques.

15 Au sens de la présente invention, on entend par alcools gras des alcools ou polyols aliphatiques en C4-C28, de préférence en C14-C24, mieux en C16-C22, saturés, mono-insaturés ou poly-insaturés, linéaires ou ramifiés, cycliques ou acycliques.

On préférera fonctionnaliser chimiquement des acides gras, des esters d'acides gras, des triglycérides, des esters de diacides gras, des acides résiniques, des esters d'acides
20 résiniques, notamment des matières grasses d'origine naturelle comprenant au moins un mono-ester d'alkyle d'acide gras.

Selon un mode de réalisation préférentiel, on réalisera un fluxant selon l'invention à partir d'au moins un triglycéride, éventuellement par transestérification de ce dernier au moyen d'un alcool en C1-C4, libérant des monoesters d'acides gras, suivie d'une oxydation introduisant
25 au moins un groupe fonctionnel, de préférence époxyde et/ou éther. La transestérification a pour but de diminuer la viscosité des matières grasses d'origine naturelle.

Le fluxant peut également être à base de dérivé de tall oil, par oxydation introduisant au moins un groupe fonctionnel, de préférence époxyde et/ou éther. Le tall oil est un mélange d'acides gras (acides oléique, linoléique, linoléique...), d'acides résiniques et de substances
30 insaponifiables. De façon optionnelle, le dérivé de tall oil peut subir une estérification au moyen d'un alcool en C1-C4 avant de subir ou après avoir subi la ou les réactions d'oxydation.

Les matières grasses d'origine naturelle et plus particulièrement les chaînes grasses hydrocarbonées des matières grasses d'origine naturelle utilisables dans la présente invention possèdent des doubles liaisons C=C, lesquelles jouent un rôle primordial dans le durcissement
35 du liant. En effet, après répandage, le durcissement du liant est obtenu par réticulation du fluxant en présence de l'oxygène de l'air.

La fonctionnalisation chimique est de préférence effectuée sur les chaînes grasses hydrocarbonées des matières grasses d'origine naturelle, en particulier sur leurs doubles liaisons C=C, conjuguées ou non. Les réactifs de fonctionnalisation chimique employés sont par
40 exemple l'oxygène moléculaire, l'eau oxygénée et l'anhydride maléique, dans des conditions

variables de température, pression et durée de réaction, optionnellement en présence de catalyseurs. Toutes ces réactions de fonctionnalisation sont des réactions classiques de la chimie organique, décrites par exemple dans Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Edition (2005), Fereidoon Shahidi Ed., John Wiley & Sons, Inc.

5 Les fonctionnalisations chimiques réalisées sur les matières grasses d'origine naturelle conduisent généralement à l'introduction de plusieurs fonctions chimiques différentes. Elles sont susceptibles de réagir avec le liant hydrocarboné et d'activer le processus de durcissement.

10 Les chaînes grasses hydrocarbonées des matières grasses d'origine naturelle de l'invention comportent des doubles liaisons carbone-carbone dont une partie, de préférence au moins 5%, ont subi une réaction de fonctionnalisation chimique ayant introduit un groupe époxyde ou éther. La réaction d'époxydation peut être accomplie en utilisant comme réactif l'oxygène moléculaire ou l'eau oxygénée.

15 Un groupe diacide carboxylique peut être obtenu, par exemple, par greffage d'une molécule d'anhydride maléique sur une double liaison carbone-carbone initialement présente dans la matière grasse. La présence de fonctions diacide carboxylique sur la chaîne hydrocarbonée permet d'améliorer la siccativité des matières grasses employées.

Les chaînes grasses hydrocarbonées des matières grasses d'origine naturelle de l'invention comportent des doubles liaisons carbone-carbone dont au moins 5% ont subi une réaction de fonctionnalisation chimique par greffage d'une molécule d'anhydride maléique.

20 La fonctionnalisation des matières grasses d'origine naturelle conduit à l'introduction d'atomes d'oxygène sur les molécules de fluxant, lesquels peuvent participer à la formation de ponts oxygène entre les molécules de fluxant et/ou entre les molécules de fluxant et d'autres composés du mélange comme le bitume.

25 Dans le cas de chaînes hydrocarbonées de fluxant non modifié, ces ponts oxygène sont réalisés à partir de l'oxygène de l'air qui doit être greffé sur deux molécules, ce qui rend plus difficile la réalisation de tels ponts.

Généralement, les matières grasses d'origine naturelle sont des liquides fluides présentant les caractéristiques suivantes :

- une viscosité cinématique à 40°C comprise entre 4 et 20 mm²/s, de préférence 7 à 11 mm²/s
- 30 - un indice d'acide selon la norme NF T 60-204 supérieur à 5, mieux supérieur à 10 mg KOH/g,
- un indice d'iode selon la norme ISO 3961 supérieur à 60 g d'I₂/100g,
- un indice de saponification selon la norme ISO 3657 compris entre 150 et 250 mg KOH/g,
- un indice de peroxyde selon la norme NF T 60-220 inférieur à 10, mieux inférieur à 5 meq d'O₂/kg,
- 35 - une teneur en eau selon la norme NF T 60-113 inférieure à 0,5 %,
- une densité relative à 25°C selon la norme ISO 3838 comprise ente 0,88 à 0,98
- un point éclair Cleveland selon la norme EN ISO 2592 supérieur à 140°C, de préférence supérieur à 160°C,

La matière grasse d'origine naturelle est de préférence une huile végétale, l'un de ses dérivés tels que sa partie acide gras, un mélange d'acides gras, un produit de transestérification ou un dérivé de résine alkyde de l'huile.

5 Le fluxant à base de matières grasses d'origine naturelle est de préférence choisi parmi les dérivés de tallol (tall oil) estérifiés et époxydés et les esters d'acides gras monoinsaturés et polyinsaturés comprenant des chaînes grasses hydrocarbonées linaires de 16 à 20 atomes de carbone tels que les esters d'acides gras de colza oxydés. Ces fluxants sont commercialisés sous la marque VEGEFLUX®.

10 Le fluxant peut également être choisi parmi les acides gras polymérisés, qui comprennent plus d'une fonction carboxylique, et se présentent par exemple sous forme d'acides gras sous forme de dimères ou de trimères.

A titre d'exemple d'acides gras dicarboxyliques sous forme de dimères, convenant aussi à la réalisation d'un liant de base conforme à l'invention on peut citer les acides gras comprenant 12 à 48 atomes de carbones saturés ou insaturés, de préférence insaturés et en
15 particulier l'acide gras insaturés comprenant 18 atomes de carbones dont la référence CAS est 61788-89-4.

Enfin, à titre d'exemple d'acides gras tricarboxyliques, sous forme de trimères convenant à la réalisation d'un liant de base conforme à l'invention on peut citer les acides gras comprenant 18 à 72 atomes de carbones saturés ou insaturés, de préférence insaturés et en
20 particulier l'acide gras insaturé comprenant 18 atomes de carbones dont la référence CAS est 68937-90-6.

Les liants hydrocarbonés utilisés dans la composition anhydre de l'invention peuvent être identiques ou différents, de préférence identiques. Par « liant hydrocarboné », on entend au sens de la présente invention, un composé capable d'assurer l'enrobage total ou partiel des
25 particules minérales, et de lier entre elles de telles particules.

Les liants hydrocarbonés de l'invention correspondent aux bitumes, aux liants végétaux et aux liants synthétiques.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le liant est un "liant bitumineux", qui désigne un composé bitumineux choisi parmi les bitumes purs, modifiés ou leurs mélanges. Le
30 bitume est un mélange de matières hydrocarbonées naturelles issues de la fraction lourde obtenue lors de la distillation du pétrole, ou provenant de gisements naturels se présentant sous forme solide ou liquide, de densité comprise entre 0,8 et 1,2. On peut utiliser un bitume pur ou fluxé. Sont admis comme liants bitumineux au sens de l'invention les bitumes purs définis dans la norme NF EN 12591, tels que les bitumes de classe 160/220, 100/150, 70/100,
35 50/70, 40/60, 35/50, 30/45 ou 20/30, sans limitation. Ces classes normalisées correspondent à des gammes de pénétrabilité à 25°C déterminées selon la méthode EN 1426 et sont exprimées en 1/10 mm.

Plus avantageusement, les liants bitumineux sont des bitumes modifiés définis dans la norme NF 14023, par exemple les bitumes modifiés par incorporation d'additifs de toute nature
40 tels que des additifs en vue d'améliorer les caractéristiques d'adhésivité ou la tenue mécanique

sous trafic élevé ou agressif, ou en vue d'apporter artificiellement les propriétés nécessaires à une mise en émulsion cationique. On peut citer les bitumes améliorés par incorporation de fibres organiques ou minérales, notamment de verre, de carbone ou de cellulose, par incorporation d'élastomères synthétiques ou naturels de type poudre de caoutchouc (polybutadiène, caoutchouc styrène-butadiène ou SBR), copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), copolymères statistiques ou à blocs de styrène et de diènes conjugués, par exemple les copolymères à blocs SBS, par incorporation de thermoplastiques tels que par exemple, les polyoléfines (polyéthylène, polypropylène), les polyamides et les polyesters, ou bien par incorporation de résines thermodurcissables telles que les résines époxy (liants bitume/époxy) ou les résines polyuréthanes. Cette liste n'est bien entendu pas limitative. Il est également possible d'utiliser des mélanges de bitumes de différents types.

Sont également admis comme liants hydrocarbonés au sens de l'invention les liants d'origine végétale tel que le Vegecol® commercialisé par la société Colas et décrit dans la demande de brevet FR 2853647. Ces liants d'origine végétale correspondent au produit de réaction d'une résine naturelle ou naturelle modifiée, d'origine végétale (i) et d'une huile végétale (ii). Ils comprennent de préférence, par rapport à la masse totale de (i) et (ii) :

- (ii) 40 à 80% en masse d'au moins une résine naturelle ou naturelle modifiée, d'origine végétale, ayant un point de ramollissement mesuré selon la norme EN 1427 de 80 à 200°C,
- (ii) 20 à 60 % en masse d'au moins une huile d'origine végétale ayant une viscosité à 25°C de 50mPa.s à 1000Pa.s.

Les résines convenant pour la présente invention sont des résines d'origine végétale, obtenues à partir de végétaux et/ou de plantes. Elles sont de préférence dites de récolte, c'est-à-dire récoltées à partir du végétal vivant. Elles peuvent être utilisées telles quelles, on parle alors de résines naturelles ou être transformées chimiquement, on parle alors de résines naturelles modifiées. Parmi les résines de récolte, on trouve les résines accroïdes, le dammar, les colophanes naturelles, les colophanes modifiées, les esters de colophane et les résinâtes métalliques. Parmi les colophanes naturelles, on peut citer les colophanes de gemme et de bois, en particulier de pin, et/ou de tall oil. Ces colophanes naturelles peuvent être prises seules ou en mélange. Parmi les colophanes modifiées, on peut citer les colophanes hydrogénées, les colophanes dismutées, les colophanes polymérisées et/ou les colophanes maléisées. Ces colophanes naturelles modifiées peuvent être prises seules ou en mélange, et subir un ou plusieurs traitements de dismutation, polymérisation et/ou maléisation. Parmi les esters de colophanes, on peut citer les esters méthyliques de colophanes naturelles, les esters méthyliques de colophanes hydrogénées, les esters du glycérol et de colophanes naturelles, les esters du glycérol et de colophanes hydrogénées, les esters du glycérol et de colophanes dismutées, les esters du glycérol et de colophanes polymérisées, les esters du glycérol et de colophanes maléisées, les esters du pentaérythritol et de colophanes naturelles et les esters du pentaérythritol et de colophanes hydrogénées. Ces esters de colophanes peuvent être pris seuls ou en mélange et provenir de colophanes ayant subi un ou plusieurs traitement de dismutation, polymérisation et/ou maléisation.

Les résines sont préférentiellement choisies parmi les colophanes modifiées et les esters de colophanes modifiées notamment parmi les esters du glycérol ou du pentaérythritol et de colophanes modifiées. La résine particulièrement préférée est une résine d'esters du glycérol et de colophanes maléisées.

5 De préférence, les résines de l'invention ont une température de ramollissement comprise entre 80 et 200 °C, mieux de 100 à 200°C, mieux encore de 100 à 180°C, et préférentiellement de 120 à 150°C mesurée selon la norme EN 1427.

10 Le liant hydrocarboné est dans ce cas obtenu par chauffage de l'huile végétale à une température choisie supérieure d'environ 20 à 50°C, typiquement de l'ordre de 30°C à la température de ramollissement de la résine retenue pour entrer dans la composition du liant végétal. Par exemple si on souhaite utiliser une résine dont la température de ramollissement est de 135°C, on chauffera l'huile retenue à une température de l'ordre de 165°C à 170 °C. La résine est alors incorporée petit à petit dans l'huile. Le mélange est agité. Une fois la totalité de la masse de résine introduite on maintient pendant 90 minutes le mélange sous agitation et à la
15 température voulue. Le liant hydrocarboné est donc bien le produit de réaction de (i) et (ii) et non leur simple mélange.

Selon l'invention, on utilise préférentiellement un liant hydrocarboné d'origine végétal, tel que le VEGECOL® commercialisé par COLAS.

20 On peut aussi utiliser des bitumes synthétiques également appelés bitumes clairs, pigmentables ou colorables. Ces bitumes contiennent peu ou pas d'asphaltènes et peuvent être par conséquent colorés. Ces bitumes synthétiques sont à base de résine de pétrole et/ou de résine indène-coumarone et d'huiles lubrifiantes. A titre de liant de synthèse, on peut citer le Bituclair®.

25 La composition anhydre ou l'émulsion peut comprendre en outre un ou plusieurs additifs. Les additifs peuvent être choisis parmi les acides carboxyliques, les élastomères, les plastomères ou les tensioactifs.

30 La formule de l'émulsion de liant hydrocarboné est ajustée en fonction de la nature des granulats et de la courbe granulométrique. L'émulsion de liant hydrocarboné utilisé dans les procédés de l'invention peut également présenter les caractéristiques suivantes prises seules ou en combinaison :

- l'émulsion utilisée est de préférence une émulsion cationique,
- l'émulsion comprend en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion:
 - 55 à 70% et mieux 55 à 66% de liant hydrocarboné, et
 - de l'eau,
- 35 - l'émulsion peut comprendre en outre d'autres additifs traditionnellement utilisés dans des émulsions de liant hydrocarboné pour améliorer, entre autres, les propriétés de rhéologie (mise en œuvre facilitée), les caractéristiques mécaniques, et celles de séchage tels que des épaississants, des tensioactifs, des agents modificateurs de pH,
- ces additifs représentent 0,05 à 10%, de préférence 0,5 à 5% en masse de la masse totale de
40 l'émulsion,

- le ou les tensioactifs représentent 0,5 à 10%, de préférence 0,2 à 0,8 % en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion,
- les tensioactifs sont choisis parmi les alkylpolyglucosides, les dérivés aminés tels que, amido amine imidazoline, amphotère, ammonium quaternaire, diamine, polyamine,
- 5 - le ou les tensioactifs peuvent être convertis en sels par réaction avec un acide (salifiés avec de l'acide), c'est-à-dire tous les tensioactifs précédemment cités à l'exception des ammonium quaternaires,
- les acides utilisés sont choisis parmi chlorhydrique, sulfurique, acétique, phosphorique,
- le liant hydrocarboné est fluxé ou pas, c'est-à-dire que l'émulsion peut comprendre en outre un
- 10 fluxant, le fluxant pouvant être choisi parmi ceux définis ci-dessus,
- l'émulsion comprend en poids par rapport au poids total de l'émulsion:
 - 40% à 70%, de préférence 55 à 70%, et mieux 55 à 66% de liant hydrocarboné,
 - 0 à 40% de fluxant d'origine naturel,
 - 0% à 20%, de préférence de 0,1% à 2%, d'un ou plusieurs additifs de préférence
 - 15 choisis parmi les tensioactifs et les acides,
 - de l'eau.

L'eau de la phase aqueuse est ajoutée en complément de façon à obtenir une composition à 100% en poids.

Selon l'invention, le mélange granulaire comprend un mélange de particules minérales

20 ou « granulats ». Les particules minérales sont par exemple, des gravillons, des sables et des fines. Les granulats proviennent de préférence, soit de carrières de roche massive, soit de gisements alluvionnaires. Ils sont conformes aux spécifications des normes NF EN 13043 et XP P 18-545 relatives aux granulats pour chaussées. Les fines correspondent à des particules dont au moins 70% en masse sont de dimensions inférieures à 0,063 mm. Les granulats peuvent

25 également correspondre à des agrégats d'enrobés.

Le mélange granulaire correspond à une classe granulaire 0/6, 0/10 ou 0/14 continue ou discontinue. La classe granulaire désigne les granulats en termes de dimension inférieure (d) et supérieure (D) de tamis exprimée en d/D. Cette désignation admet la présence d'un refus à D et d'un passant à d. La définition des classes granulaires est donnée dans la

30 norme XP P 18-545.

Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, le procédé comprend une étape d'enrobage à froid de la totalité ou d'une partie du mélange granulaire comprenant les fractions fines correspondant au sable à l'aide d'un liant anhydre, suivi d'une seconde étape d'enrobage du complément du mélange granulaire comprenant notamment les gravillons, à l'aide d'une

35 émulsion de liant.

Selon ce mode de réalisation, l'étape de pré-enrobage (a) est réalisée avant l'étape (b). De préférence, selon ce mode de réalisation, la totalité du mélange granulaire est pré-enrobé dans l'étape (a) et le complément granulaire constitué des gravillons est enrobé lors de l'étape (b).

Le mélange granulaire comprend de préférence en masse par rapport de la masse totale du mélange granulaire :

- du sable 0/2 représentant 10 à 60% du mélange, les fines présentes dans ce sable représentant 0 à 10%,

5 - des fines d'apport représentant 0 à 4%,

- des gravillons représentant 20 à 80%.

L'enrobage séquencé peut être continu ou discontinu car la neutralisation par la composition de liant hydrocarboné anhydre est instantanée.

10 L'enrobé peut être mis en œuvre par une étape d'épandage sur la chaussée et une étape de compactage pour former une couche de roulement. Toutefois, le procédé de l'invention convient tout particulièrement pour la fabrication d'enrobé stockable qui sont des enrobé hydrocarboné pouvant être stockés pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois et destiné à l'entretien courant des chaussées (réparations localisées, déflachage, etc.) ou à de petits travaux, et ne jouant pas de rôle structurel dans la chaussée ».

15 Les exemples suivants illustrent l'invention.

EXEMPLES

20 I. Matériaux utilisés

Composant du mélange granulaire : fines, sable 0/4, gravillons 4/6 et 6/10

Liant hydrocarboné : Bitume 160/220 ou 70/100,

Fluxant : Vegeflux®

25 Tensioactif : amido amine imidazoline

II. Procédé selon le premier mode de réalisation :

Composition du mélange granulaire :

30 - 35% de sable 0/4

- 35% de gravillons 4/6

- 30% de gravillons 6/10.

Composition anhydre de liant hydrocarboné :

35 - 49,85% en poids de bitume 160/220,

- 49,85% en poids de fluxant,

- 0,3 % de tensioactif.

La composition anhydre comprenant du bitume et du fluxant est additivée de 0,3 parties de tensioactif pour 100 parties de bitume et de fluxant. Cette composition présente un temps d'écoulement de 25 secondes (orifice de 4 mm – 25°C).

- 5 Emulsion de liant hydrocarboné en poids par rapport au poids total de l'émulsion :
 - 61,75% en poids de bitume 70/100,
 - 3,25 % de fluxant,
 - 35% d'eau.
- 10 **Etape a** : On effectue un pré-enrobage à froid de la totalité du mélange granulaire à l'aide de la composition anhydre de liant hydrocarboné avec 3 parties en masse de composition anhydre pour 100 parties en masse de la composition du mélange granulaire.

- Etape b** : On procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent au moyen de l'émulsion de liant hydrocarboné. Pour cela, on utilise 8 parties en masse d'émulsion de liant hydrocarboné pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de la composition de liant hydrocarboné anhydre obtenu à l'étape a). On obtient suite à cette étape un enrobé à froid.

- L'enrobé ainsi obtenu est stable au stockage pendant au moins 4 heures, ce qui se traduit par l'absence de désenrobage et la conservation de bonnes propriétés mécaniques une fois l'enrobé mis en œuvre mécaniquement au finisseur.

III. Procédé selon le deuxième mode de réalisation :

- 25 Composition du mélange granulaire :
 - 35% de sable 0/4
 - 35% de gravillons 4/6
 - 30% de gravillons 6/10
- 30 Emulsion de liant hydrocarboné en poids par rapport au poids total de l'émulsion :
 - 65% en poids de bitume 160/220,
 - 35% d'eau.

Composition anhydre de liant hydrocarboné :

- 35 - 49,85% en poids de bitume 160/220,
 - 49,85% en poids de fluxant,
 - 0,3 % de tensioactif.

La composition constituée du bitume et du fluxant est additivée de 0,3 parties de tensioactif pour 100 parties de composition anhydre. Cette composition présente un temps d'écoulement de 25 secondes (orifice de 4 mm – 25°C).

- 5 Partie du mélange granulaire enrobé avec l'émulsion : gravillons 6/10.

Complément granulaire : - 50% de sable 0/4
 - 50% de gravillons 4/6

- 10 **Etape a** : On effectue un pré-enrobage à froid des gravillons 6/10 à l'aide de l'émulsion de liant hydrocarboné avec 8 parties en masse de l'émulsion pour 100 parties en masse des gravillons 6/10.

- 15 **Etape b** : On procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et du complément granulaire à l'aide de la composition anhydre de liant hydrocarboné avec 3 parties en masse de composition anhydre pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de l'émulsion de liant hydrocarboné obtenue à l'étape a).

- 20 L'enrobé ainsi obtenu est stable au stockage pendant au moins 6 mois en seau, ce qui se traduit par l'absence de désenrobage et la conservation de bonnes propriétés mécaniques une fois l'enrobé mis en œuvre manuellement mécaniquement au finisseur.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'enrobés routiers comprenant au moins un liant hydrocarboné et un mélange granulaire comprenant une fraction granulaire fine correspondant à un sable 0/d avec d compris entre 2 et 6 mm, de préférence entre 2 et 4 mm, et des gravillons, de préférence des gravillons d/D avec D compris entre 4 et 14 mm, caractérisé en ce que :

(a) on effectue un pré-enrobage à froid d'une partie ou de la totalité du mélange granulaire à l'aide d'une composition anhydre de liant hydrocarboné comprenant en masse par rapport à la masse totale de liant hydrocarboné et de fluxant :

- 40 à 70% d'au moins un liant hydrocarboné et

- 30 à 60% d'au moins un fluxant, puis

(b) on procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et, le cas échéant, d'un complément granulaire, au moyen d'une émulsion de liant hydrocarboné constituée d'une dispersion de liant hydrocarboné dans une phase aqueuse, comprenant en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion:

- 40% à 70% de liant hydrocarboné, et

- de l'eau.

2. Procédé de fabrication d'enrobés routiers comprenant au moins un liant hydrocarboné et un mélange granulaire comprenant une fraction granulaire fine correspondant à un sable 0/d avec d compris entre 2 et 6 et des gravillons, de préférence des gravillons d/D avec D compris entre 4 et 14 mm caractérisé en ce que :

(a) on effectue un pré-enrobage à froid d'au moins une partie du mélange granulaire à l'aide d'une émulsion de liant hydrocarboné constituée d'une dispersion de liant hydrocarboné dans une phase aqueuse, comprenant en masse par rapport à la masse totale de l'émulsion:

- 40% à 70% de liant hydrocarboné, et

- de l'eau, puis

(b) on procède à l'enrobage à froid de l'ensemble du matériau précédent et, le cas échéant, d'un complément granulaire, au moyen d'une composition anhydre de liant hydrocarboné comprenant en masse par rapport à la masse totale de liant hydrocarboné et de fluxant :

- 40 à 70% d'au moins un liant hydrocarboné et

- 30 à 60% d'au moins un fluxant.

3. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que la composition anhydre présente un temps d'écoulement, mesuré selon la norme EN 12846-2 à travers un orifice de 4 mm à 25°C, inférieur à 200 secondes.

4. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le fluxant est à base de matières grasses d'origine naturelle comprenant des chaînes grasses hydrocarbonées ayant subi au moins une réaction de fonctionnalisation chimique ayant introduit au moins un groupe fonctionnel oxygéné, de préférence choisi parmi les groupes acide carboxylique, diacide carboxylique, époxyde, peroxyde, aldéhyde, éther, ester, alcool et cétone.

5. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape (c) de mise en œuvre.

6. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que on effectue un pré-enrobage à froid de la totalité du mélange granulaire.

7. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 à 5 caractérisé en ce que dans l'étape (a), on enrobe au moins une partie de la fraction granulaire fine, de préférence la totalité de la fraction granulaire fine et dans l'étape (b), le complément granulaire est constitué par les gravillons.

8. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 à 5 et 7 caractérisé en ce que :

- dans l'étape (a), on utilise 0,5 à 4 parties en masse de composition de liant hydrocarboné anhydre pour 100 parties en masse de la partie du mélange granulaire utilisé à l'étape (a) et
- dans l'étape (b), on utilise 5 à 12 parties en masse d'émulsion de liant hydrocarbonée pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de la composition de liant hydrocarboné anhydre.

9. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications 2 et 3 à 5 caractérisé en ce que dans l'étape (a), on enrobe au moins une partie des gravillons ou la totalité des gravillons et dans l'étape (b), le complément granulaire est constitué par la fraction granulaire fine et éventuellement les gravillons restants.

10. Procédé de fabrication d'enrobés routiers selon l'une quelconque des revendications 2 et 3 à 5 et 9 caractérisé en ce que :

- dans l'étape (a), on utilise 2 à 12 parties en masse d'émulsion de liant hydrocarbonée pour 100 parties en masse de la partie du mélange granulaire utilisé à l'étape (a) et
- dans l'étape (b), on utilise 0,5 à 5 parties en masse de composition de liant hydrocarboné anhydre pour 100 parties en masse du mélange granulaire et de la composition de liant hydrocarboné anhydre,
- les étapes d'enrobages peuvent se succéder de manière continue sans période de mûrissement intermédiaire.