

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 098 528

②① N° d'enregistrement national : **19 07857**

⑤① Int Cl⁸ : **E 01 C 19/21** (2019.01), H 04 N 5/225, H 04 N 7/18

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Unité mobile et procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier sur une chaussée.

②② Date de dépôt : 12.07.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.01.21 Bulletin 21/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 06.08.21 Bulletin 21/31.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SECMAIR Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : PARAGE Gilles.

⑦③ Titulaire(s) : SECMAIR Société par actions simplifiée (SAS).

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

FR 3 098 528 - B1



Description

Titre de l'invention : Unité mobile et procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier sur une chaussée

- [0001] L'invention concerne une unité mobile et un procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier sur une chaussée.
- [0002] Cette unité mobile est un matériel du type bi-répandeur destiné à être installé sur un porteur routier, par exemple en étant monté sur un châssis roulant ou analogue, ce châssis étant lui-même automobile ou pouvant être également tracté.
- [0003] Un des problèmes rencontrés avec ces unités mobiles est la qualité de la réparation de la chaussée, lorsque celle-ci est endommagée par des fissures.
- [0004] En effet, les fissures peuvent être difficiles à voir par la personne pilotant l'unité mobile.
- [0005] Le document FR-A-2 899 910 décrit une unité mobile d'exécution en continu d'un revêtement routier, doté d'une caméra scrutant la chaussée devant la cabine et d'un écran, sur lequel des consignes de localisation de revêtement routier à déposer, ayant été entrées par l'utilisateur via une manette à boutons de commande, peuvent être visualisées sur l'image issue de la caméra, pour couvrir des endroits à réparer sur la chaussée.
- [0006] La qualité des réparations de défauts de la chaussée de cette unité mobile connue dépend donc de la capacité de l'utilisateur à voir lui-même des défauts à réparer sur la chaussée à partir de l'image de la chaussée affichée à l'écran.
- [0007] Or, les fissures de la chaussée peuvent être assez fines et réparties sur toute la largeur de la chaussée et donc facilement échapper à l'attention de la personne, ou dépendre de la personne observant les images.
- [0008] Les fissures peuvent être tellement nombreuses sur la largeur de chaussée traitée par l'unité mobile que l'utilisateur peut ne pas avoir le temps de toutes les sélectionner et de prescrire une consigne de localisation de revêtement routier à déposer pour chacune d'elles, et ce même à la vitesse lente de déplacement de l'unité mobile sur cette chaussée.
- [0009] En outre, les fissures peuvent être non seulement plus ou moins fines mais également plus ou moins profondes, avoir des formes très diverses et être plus ou moins longues, ce qui peut d'autant plus les faire passer inaperçues, ou nécessite sinon de multiplier les passages sur la même zone de la chaussée, ce qui renchérit le coût de la réparation.
- [0010] L'invention vise à obtenir une unité mobile et un procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier, qui pallient les inconvénients mentionnés ci-dessus et qui permettent de réparer des fissures sur la chaussée avec une plus grande fiabilité,

une plus grande précision et une plus grande qualité.

- [0011] A cet effet, un premier objet de l'invention est une unité mobile de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons, l'unité comprenant :
- [0012] un châssis déplaçable dans un sens d'avancée dans le sens de la longueur allant de l'arrière vers l'avant,
- [0013] un système de prise de vues, comportant au moins une caméra, fixée au châssis et orientée vers une zone avant de la chaussée située devant le châssis, pour obtenir des images acquises de la zone avant de la chaussée,
- [0014] un ensemble de distribution de liant et un ensemble de distribution de gravillons, montés sur le châssis et aptes à être commandés selon au moins une consigne d'épandage localisé pour épandre du liant et des gravillons dans au moins une localisation délimitée de la zone avant de la chaussée,
- [0015] au moins une interface actionnable par un utilisateur, fixée au châssis,
- [0016] caractérisée en ce que l'unité comporte des moyens de détection automatique de fissures de la chaussée dans les images de la zone avant de la chaussée, comportant au moins un calculateur comportant une base d'apprentissage, dans laquelle sont préenregistrées des premières sections d'image représentant chacune au moins une fissure d'une autre zone de chaussée et classées dans une première classe de présence de fissure et des deuxièmes sections d'image représentant l'autre zone de chaussée sans fissure et classées dans une deuxième classe d'absence de fissure, le calculateur étant programmé pour automatiquement :
- [0017] - identifier dans chaque image acquise et classifier, par un algorithme d'apprentissage automatique du calculateur basé sur les premières sections d'image et sur les deuxièmes sections d'image, des régions de l'image acquise dans la première classe de présence de fissure ou dans la deuxième classe d'absence de fissure,
- [0018] - diviser chaque image acquise en cellules et calculer pour chaque cellule une densité de fissure à partir des régions de première classe de présence de fissure,
- [0019] - déterminer si la densité de fissure d'au moins une des cellules est supérieure à un seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant,
- [0020] - dans l'affirmative, générer la consigne d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la au moins une cellule, appelée cellule sélectionnée, dont il a été déterminé que sa densité de fissure est supérieure au seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant,
- [0021] - sauf annulation de la consigne par l'interface actionnée par l'utilisateur, faire exécuter la consigne générée d'épandage localisé par l'ensemble de distribution de liant et par l'ensemble de distribution de gravillons pour épandre du liant et des gravillons dans la localisation délimitée par la au moins une cellule sélectionnée.

[0022] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la densité d_k de fissure de chaque cellule c_k est égale à :

[0023] [Math.1]

$$d_k = \frac{A \{ \cup_j (b_j) \cap c_k \}}{A \{ c_k \}}$$

[0024] où b_j sont les régions de première classe de présence de fissure,

[0025] A désigne l'aire,

[0026] U_j désigne l'union,

[0027] \cap désigne l'intersection.

[0028] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant est supérieur ou égal à 0.4 et inférieur ou égal à 0.6.

[0029] Suivant un mode de réalisation de l'invention, les images acquises de la zone avant de la chaussée sont des vues de la zone avant de la chaussée suivant un angle de vue inférieur à 90° par rapport à la zone avant de la chaussée, les premières sections d'image et les deuxièmes sections d'image sont des vues de la zone avant de l'autre chaussée suivant l'angle de vue inférieur à 90° par rapport à la zone avant de la chaussée.

[0030] Suivant un autre mode de réalisation de l'invention, les images acquises de la zone avant de la chaussée sont des vues de la zone avant de la chaussée suivant un angle de vue perpendiculaire à la chaussée, les premières sections d'image et les deuxièmes sections d'image sont des vues de la zone avant de l'autre chaussée suivant un angle de vue perpendiculaire à la chaussée.

[0031] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le système de prise de vues ou le calculateur est configuré pour obtenir les images acquises de la zone avant de la chaussée à partir d'images brutes de la caméra par rectification homographique faisant passer les premières coordonnées des pixels des images brutes de la caméra prises selon un premier angle d'élévation inférieur à 90° par rapport à la zone avant de la chaussée à des deuxièmes coordonnées desdits pixels suivant un deuxième angle de vue perpendiculaire à la zone avant de la chaussée, les deuxièmes coordonnées desdits pixels étant celles des images acquises.

[0032] Suivant un mode de réalisation de l'invention, les régions de l'image acquise dans la première classe de présence de fissure sont repérées en superposition de l'image acquise sur au moins un écran de visualisation de l'unité.

[0033] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la au moins une cellule sélectionnée est repérée en superposition de l'image acquise sur au moins un écran de visualisation de l'unité.

- [0034] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'interface est actionnable par un utilisateur pour entrer au moins une autre consigne d'épandage localisé de gravillons et de liant en au moins une autre localisation délimitée de la zone avant, le calculateur étant programmé pour faire exécuter par l'ensemble de distribution de liant et par l'ensemble de distribution de gravillons la au moins une autre consigne d'épandage entrée pour épandre du liant et des gravillons dans ladite au moins une autre localisation délimitée de la zone avant.
- [0035] Un deuxième objet de l'invention est un procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons, à l'aide d'une unité mobile comprenant un châssis déplaçable dans un sens d'avancée dans le sens de la longueur allant de l'arrière vers l'avant, un système de prise de vues, comportant au moins une caméra, fixée au châssis et orientée vers une zone avant de la chaussée située devant le châssis, pour obtenir des images acquises de la zone avant de la chaussée, un ensemble de distribution de liant et un ensemble de distribution de gravillons, montés sur le châssis et aptes à être commandés selon au moins une consigne d'épandage localisé pour épandre du liant et des gravillons dans au moins une localisation délimitée de la zone avant de la chaussée et au moins une interface actionnable par un utilisateur, fixée au châssis,
- [0036] caractérisé en ce que
- [0037] on préenregistre dans une base d'apprentissage d'au moins un calculateur de l'unité des premières sections d'image représentant chacune au moins une fissure d'une autre zone de chaussée et classées dans une première classe de présence de fissure et des deuxièmes sections d'image représentant l'autre zone de chaussée sans fissure et classées dans une deuxième classe d'absence de fissure,
- [0038] on identifie automatiquement par le calculateur dans chaque image acquise et on classe par un algorithme d'apprentissage automatique du calculateur basé sur les premières sections d'image et sur les deuxièmes sections d'image, des régions de l'image acquise dans la première classe de présence de fissure ou dans la deuxième classe d'absence de fissure,
- [0039] on divise automatiquement par le calculateur chaque image acquise en cellules,
- [0040] on calcule automatiquement par le calculateur pour chaque cellule une densité de fissure à partir des régions de première classe de présence de fissure,
- [0041] on détermine automatiquement par le calculateur si la densité de fissure d'au moins une des cellules est supérieure à un seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant,
- [0042] dans l'affirmative, on génère automatiquement par le calculateur la consigne d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la au moins une cellule, appelée cellule sélectionnée, dont il a été déterminé que sa densité de fissure est supérieure au

- seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant,
- [0043] - sauf annulation de la consigne par l'interface actionnée par l'utilisateur, le calculateur fait exécuter la consigne générée d'épandage localisé par l'ensemble de distribution de liant et par l'ensemble de distribution de gravillons pour épandre du liant et des gravillons dans la localisation délimitée par la au moins une cellule sélectionnée.
- [0044] Un troisième objet de l'invention est un programme d'ordinateur, comportant des instructions de code pour la mise en oeuvre du procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons tel que décrit ci-dessus, lorsqu'il est exécuté par un calculateur.
- [0045] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures mentionnées ci-dessous des dessins annexés.
- [0046] [fig.1] représente schématiquement une vue de côté d'une unité suivant un mode de réalisation de l'invention, présente dans un bi-répandeur automoteur de gravillons et de liant.
- [0047] [fig.2] représente schématiquement une vue de dessus d'ensembles de distribution de gravillons et de liant, pouvant être présents dans une unité suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0048] [fig.3] représente schématiquement une vue de dessus d'autres ensembles de distribution de gravillons et de liant, pouvant être présents dans une unité suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0049] [fig.4] représente schématiquement un synoptique modulaire d'une unité suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0050] [fig.5] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée pouvant être traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0051] [fig.6] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0052] [fig.7] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0053] [fig.8] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée pouvant être traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0054] [fig.9] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0055] [fig.10] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0056] [fig.11] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée pouvant être traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0057] [fig.12] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par

l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.

- [0058] [fig.13] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0059] [fig.14] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée pouvant être traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0060] [fig.15] représente schématiquement un exemple d'image de carte de densité de fissure pouvant être obtenue l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0061] [fig.16] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée pouvant être traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0062] [fig.17] représente schématiquement un exemple d'image de chaussée traitée par l'unité et le procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0063] [fig.18] schématiquement un organigramme du procédé suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0064] A la figure 1, l'unité 1 mobile de confection et/ou réparation d'un revêtement routier sert à épandre un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons sur une chaussée.
- [0065] Aux figures, l'unité 1 comporte un châssis 2, sur lequel sont montés un récipient 4 de stockage de gravillons (pouvant comporter une benne 4 ou trémie 4 à gravillons) et une cuve 3 de stockage de liant, pouvant être une citerne à liant (le liant pouvant être une émulsion ou du bitume). Bien entendu, il pourrait être prévu tout type de granulats à la place des gravillons. Le châssis 2 comporte un côté avant 21 et un côté arrière 22.
- [0066] Suivant un mode de réalisation représenté aux figures 1 et 2, l'unité 1 est mobile sur la chaussée, par exemple roulante à l'aide de roues 5 de roulement sur la chaussée, qui sont montées rotatives sous le châssis 2. Par exemple, ainsi que représenté aux figures 1 et 2, l'unité 1 peut faire partie d'un véhicule ou machine automotrice porteuse 100, permettant d'amener l'unité 1 à proximité de la zone avant Z de la chaussée à traiter. Le châssis 2 est destiné à être déplacé dans un sens Y d'avancée de l'arrière vers l'avant sur la chaussée. Aux figures, la largeur est prise dans la direction X allant de la droite vers la gauche, transversale au plan vertical de la figure 1 allant de l'avant vers l'arrière.
- [0067] L'unité 1 comporte du côté arrière 22 un ensemble 7 de distribution de gravillons vers le bas et un ensemble 8 de distribution de liant vers le bas, situé devant l'ensemble 7 de distribution de gravillons. Ces ensembles 7 et 8 sont montés sur le châssis 2 et sont aptes à être commandés selon au moins une consigne d'épandage localisé, pour épandre vers le bas du liant et des gravillons dans une localisation délimitée de la zone avant Z de la chaussée, située devant le châssis 2, lorsque l'ensemble 8 puis l'ensemble 7 passera au-dessus de cette localisation. L'ensemble 7 de distribution de liant et l'ensemble 8 de distribution de gravillons sont aptes à être commandés pour épandre

des gravillons et du liant d'une manière sélective en longueur et en largeur selon la au moins une consigne d'épandage localisé dans la localisation délimitée de la zone avant Z de la chaussée.

- [0068] Dans le mode de réalisation représenté aux figures, la machine automotrice 100 portant l'unité 1 et est par exemple une machine 100 du type bi-répandeur ou répandeur gravillonneur synchrone. Du côté avant 21 du châssis 2 est prévue une cabine 6 de pilotage permettant à l'utilisateur Ut de commander le moteur d'avancement du châssis 2 sur la chaussée sur laquelle le revêtement doit être déposé, pour piloter et diriger le véhicule 100 comprenant le châssis 2.
- [0069] Bien entendu, l'unité 1 de réparation peut faire partie d'une machine automotrice 100 n'étant pas du type bi-répandeur, ni du type répandeur gravillonneur synchrone. L'unité 1 de réparation peut également être prévue sur une remorque devant être tractée par un véhicule automoteur sur la chaussée.
- [0070] L'ensemble 7 de distribution de gravillons et l'ensemble 8 de distribution de liant sont configurés pour pouvoir distribuer des gravillons et du liant sur une ou plusieurs plages PS de largeur sélectionnées (symbolisées par des hachures aux figures 2 et 3) d'épandage parmi plusieurs plages prescrites P de largeur (symbolisées par des rectangles à la figure 2 et par des ovales à la figure 3) et pendant un temps sélectionné associé à chaque plage sélectionnée. Les plages prescrites P de largeur sont réparties dans la largeur de l'ensemble 7 de distribution de gravillons et de l'ensemble 8 de distribution de liant. Le temps sélectionné associé à chaque plage sélectionnée correspond, avec la vitesse V d'avancée prédéterminée de l'unité 1, à une longueur sélectionnée d'épandage associée à cette plage sélectionnée. Chaque plage de largeur sélectionnée et le temps sélectionné et/ou longueur sélectionnée d'épandage associée à cette plage de largeur sélectionnée font partie de la consigne d'épandage localisé dans la localisation délimitée par cette plage sélectionnée de largeur de la zone avant Z de la chaussée et par cette longueur sélectionnée de la zone avant Z de la chaussée. Chaque plage PS peut avoir une même largeur de pas prescrite dans la direction Y de la largeur, par exemple comprise entre 40 cm et 10 cm, par exemple égale à 20 cm. Le pas minimum de distribution de gravillons et de liant en longueur peut être par exemple compris entre 1 cm et 20 cm, par exemple égal à 5 cm.
- [0071] Des paramètres PAR de l'unité 1 et/ou du véhicule 100, par exemple fournis par un ou plusieurs capteurs de mesure installés sur ceux-ci, sont fournis à l'interface 102 pour affichage à l'écran 101 et/ou sont fournis au calculateur CAL. Ces paramètres PAR peuvent inclure la vitesse V instantanée et/ou prescrite de déplacement de l'unité 1 et/ou du véhicule 100 sur la chaussée.
- [0072] Suivant un mode de réalisation de l'invention, chaque plage P prescrite de largeur de l'ensemble 7 de distribution de gravillons est délimitée par une trappe 700 s'étendant

dans cette plage prescrite P de largeur. L'ensemble 7 de distribution de gravillons comporte ainsi une pluralité de trappes 700 réparties dans la direction X de la largeur. Chaque trappe 700 est apte à être sélectivement ouverte pour épandre des gravillons vers le bas dans la plage prescrite P de largeur associée à cette trappe 700, et fermée pour ne pas en épandre dans cette plage prescrite P de largeur, et ce indépendamment des autres trappes 700 des autres plages prescrites P d'épandage. Le temps d'ouverture de chaque trappe 700 est déterminé en fonction du temps sélectionné et/ou longueur sélectionnée d'épandage et de la vitesse V d'avancée.

[0073] Suivant un mode de réalisation de l'invention, chaque plage prescrite P de largeur de l'ensemble 8 de distribution de liant est délimitée par une buse de distribution de liant vers le bas s'étendant dans cette plage prescrite P de largeur. L'ensemble 8 de distribution de liant comporte ainsi une pluralité de buses 800 réparties dans la direction X de la largeur. Chaque buse 800 est apte à être sélectivement ouverte pour épandre du liant vers le bas dans la plage prescrite P de largeur associée à cette buse 800 et fermée pour ne pas en épandre dans cette plage prescrite P de largeur, et ce indépendamment des autres buses 800 des autres plages prescrites P d'épandage. Le temps d'ouverture de chaque buse 800 est déterminé en fonction du temps sélectionné et/ou longueur sélectionnée d'épandage et de la vitesse V d'avancée.

[0074] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble 7 de distribution de gravillons et l'ensemble 8 de distribution de liant sont à gabarit fixe en largeur, comprise dans le gabarit routier du châssis 2 ou du véhicule 100, comme par exemple représenté à la figure 2, figuré par des plans verticaux droit 23 et gauche 24 de part et d'autre du plan médian 20.

[0075] Suivant le mode de réalisation de l'invention, représenté à la figure 3, le premier ensemble 7 de distribution de gravillons et le deuxième ensemble 8 de distribution de liant sont déformables transversalement, c'est-à-dire en largeur, pour avoir un gabarit variable au cours du travail de l'unité 1, c'est-à-dire pendant que le châssis 2 est déplacé sur la chaussée longitudinalement vers l'avant. Par exemple, le premier ensemble 7 de distribution de gravillons comporte deux parties 71, 72 de distribution de gravillons vers le sol qui sont chacune mobile en largeur, par rapport au châssis 2 et sont disposées l'une derrière l'autre. Chacune des deux parties 71, 72 a un gabarit en largeur sensiblement égal ou inférieur au gabarit routier du châssis 2, figuré par des plans verticaux droit 23 et gauche 24 à la figure 3.

[0076] Le gabarit routier du châssis 2 et du véhicule bi-répandeur 100 est habituellement égal à un gabarit standard de 2,50 m, pour qu'en position de repos des ensembles 7, 8 de distribution, le véhicule puisse rouler sur le réseau routier et être amené sur la chaussée à revêtir.

[0077] Dans l'exemple représenté à la figure 3, chaque partie 71, 72 de distribution de

gravillons a une largeur de travail de 2,40 m environ.

[0078] Ainsi que représenté par exemple pour la partie 71 à la figure 3, chaque partie 71, 72 de distribution de gravillons comporte une position de repos, dans laquelle son encombrement en largeur est compris dans le gabarit du châssis 2. Des moyens, par exemple à vérins, sont prévus pour déplacer en largeur chaque partie 71, 72 de distribution de gravillons par rapport au châssis 2. Chaque partie 71, 72 de distribution de gravillons est apte à être déplacée entre une première position extrême rentrée dans le gabarit routier du châssis 2, et une deuxième position extrême de sortie maximale vers l'extérieur, dans laquelle elle dépasse en largeur respectivement du côté droit et du côté gauche du châssis 2 vu de l'arrière, la partie mobile 71 de distribution de gravillons étant active par exemple dans ses différentes positions à droite du plan vertical médian 20 du châssis 2, tandis que la partie mobile gauche 72 de distribution de gravillons est active à gauche du plan médian 20 dans ses différentes positions. Entre ces deux positions extrêmes, chaque partie 71, 72 de distribution de gravillons est apte à occuper plusieurs positions intermédiaires, dans lesquelles elle dépasse du côté droit, respectivement gauche du châssis 2. Dans la deuxième position extrême des parties 71, 72, leur extrémité intérieure, c'est-à-dire l'extrémité gauche 711 de la partie droite 71 et l'extrémité droite 722 de la partie gauche 72, ne dépasse pas le plan longitudinal vertical médian 20 du châssis 2. Par exemple, chaque partie 71, 72 est déplaçable d'une largeur de plus de 20 % du gabarit du châssis entre les positions extrêmes, par exemple de 0,8 m environ. Dans l'exemple numérique précédent, le gabarit du premier ensemble 7 de distribution de gravillons peut donc varier entre une largeur de 2,40 m et 4 m.

[0079] Le deuxième ensemble 8 de distribution de liant comporte une partie centrale fixe 80 de gabarit inférieur ou sensiblement égal au gabarit du châssis 2, et deux parties mobiles 81, 82 de distribution de liant à droite, respectivement à gauche, qui ont chacune un gabarit inférieur à celui du châssis 2 et sont prévues devant ou comme représenté derrière la partie fixe 80.

[0080] Chaque partie 81, 82 de distribution de liant possède une position de repos, dans laquelle son encombrement est situé dans celui du châssis 2. Des moyens, par exemple à vérins, sont prévus pour déplacer en largeur chaque partie 81, 82 de distribution de liant par rapport au châssis 2. Chaque partie 81, 82 de distribution de liant est apte à être déplacée entre une première position extrême rentrée, correspondant par exemple à la position de repos et une deuxième position extrême dans laquelle elle dépasse en largeur respectivement du côté droit et du côté gauche du châssis 2 vu de l'arrière. Entre ces deux positions extrêmes, chaque partie 81, 82 de distribution de liant est apte à occuper plusieurs positions intermédiaires, dans lesquelles elle dépasse du côté droit, respectivement gauche du châssis 2.

- [0081] Dans la deuxième position extrême des parties 81, 82, leur extrémité intérieure, c'est-à-dire l'extrémité gauche 811 de la partie droite 81 et l'extrémité droite 822 de la partie gauche 82, ne dépasse pas le plan longitudinal vertical droit 23, respectivement gauche 24 du châssis 2 et se trouve par exemple en deçà dans la moitié droite, respectivement gauche de celui-ci.
- [0082] Les deuxièmes positions extrêmes des parties 81, 82 de distribution de liant correspondent à celles des parties 71, 72 de distribution de gravillons, les ensembles 7 et 8 de distribution de gravillons et de liant ayant sensiblement le même gabarit maximum en largeur.
- [0083] Les parties 80, 81, 82 de distribution de liant comportent une pluralité de buses 800 de projection de liant vers le sol, qui sont réparties en largeur, qui sont reliées par des canalisations à une ou plusieurs pompes à liant alimentées par la ou les cuve(s) et qui peuvent chacune être commandées sélectivement pour projeter ou ne pas projeter de liant. La largeur maximum de travail de chaque partie mobile 81, 82, définie entre les extrémités droite 812, 822 et gauche 811, 821, est celle définie par leur rangée de buses 800.
- [0084] Les parties 71, 72 de distribution de gravillons comportent chacune une rangée de trappes 700 réparties dans la direction X de la largeur, qui peuvent chacune être commandées sélectivement pour envoyer ou ne pas envoyer des gravillons vers le sol, ainsi que cela est représenté par des ovales respectivement pleins et vides à la figure 3. La largeur maximum de travail de chaque partie mobile 71, 72, définie entre les extrémités droite 712, 722 et gauche 711, 721, est celle définie par leur rangée de trappes 700.
- [0085] L'unité 1 suivant l'invention est plus particulièrement décrite ci-dessous en référence à la figure 4. Le procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons, mis en œuvre par cette unité 1 est plus particulièrement décrit ci-dessous en référence à la figure 18.
- [0086] Suivant l'invention, des moyens 10 de prescription en longueur et en largeur des lieux 200 où doivent être distribués à chaque instant les gravillons et le liant par les ensembles 7, 8, c'est-à-dire des consignes 200 de localisation d'épandage de gravillons et de liant mentionnées ci-dessus, sont prévus. Avantageusement, ces moyens 10 de prescription se trouvent dans la cabine 6 et comportent par exemple un écran 101 apte à visualiser les consignes 200 de localisation de liant et de gravillons aux endroits correspondants sur l'image fournie par la ou les caméra 11. La ou les caméra 11 peuvent être numériques ou analogiques.
- [0087] Il peut être prévu une autre caméra 12 donnant une vue d'ensemble de la chaussée, cette autre caméra 12 pouvant par exemple être prévue du côté arrière 22 pour donner des images de la zone arrière Z'' située derrière ce côté arrière 22. Cela permet de

donner des images des dépôts de gravillons et de liant venant d'être effectués par les ensembles 7 et 8, et ainsi d'avoir une vue a posteriori des réparations de fissures F ou absences de réparation de fissures effectuées par l'unité 1 avançant sur la chaussée.

- [0088] L'unité 1 comporte au moins un calculateur CAL configuré pour générer automatiquement la au moins une consigne 200 d'épandage localisé de liant et des gravillons dans une localisation délimitée de la zone avant Z de la chaussée.
- [0089] L'unité 1 comporte au moins une interface 102 actionnable par un utilisateur, fixée au châssis, par exemple dans la cabine 6.
- [0090] Suivant un mode de réalisation de l'invention, non obligatoire, l'interface 102 permet à l'utilisateur Ut d'entrer des commandes, et permet notamment d'entrer lui-même d'autres consignes 200' d'épandage localisé de gravillons et de liant en une localisation délimitée de la zone avant Z, et de modifier et d'annuler la au moins une consigne 200 d'épandage localisé de liant et des gravillons dans une localisation délimitée de la zone avant Z de la chaussée. L'interface 102 peut par exemple avoir la forme de boutons de commande ou d'une manette à boutons de commande du type joystick, d'un clavier d'ordinateur ou de commandes tactiles à l'écran ou autres, pour permettre à l'utilisateur de par exemple dessiner sur l'image I affichée à l'écran 101 les autres consignes 200' d'épandage qu'il souhaite.
- [0091] L'unité 1 comporte un système 110 de prise de vues, comportant une (ou plusieurs) caméra 11, fixée au châssis et orientée vers la zone avant Z de la chaussée, pour obtenir des images I acquises de cette zone Z avant de la chaussée. Il peut être prévu une première caméra 11 située à droite par rapport au châssis 2 pour obtenir des images de la partie droite de la zone avant Z et une deuxième caméra 11 située à gauche par rapport au châssis 2 pour obtenir des images de la partie gauche de la zone avant Z. La ou les caméras 11 est par exemple fixée sur le toit de la cabine 6, à l'avant de celle-ci.
- [0092] En référence à la figure 4, l'unité 1 comporte un détecteur automatique 20 de fissures F de la chaussée dans les images de la zone avant Z de la chaussée, utilisant le calculateur CAL.
- [0093] Les fissures F de la chaussée peuvent être filiformes et avoir une certaine épaisseur variable le long d'une courbe elle aussi de forme variable. Elles peuvent laisser un passage mince entre deux bords, qui s'est formé d'une manière indésirable et aléatoire dans la chaussée du fait d'une usure ou d'une dégradation, ce passage étant l'origine rempli de revêtement routier comme le reste de la chaussée.
- [0094] Le calculateur CAL de l'unité 1 comporte une base BA d'apprentissage, dans laquelle sont préenregistrées (au cours d'une première étape E1) des premières sections S1 d'image de fissure, qui représentent chacune au moins une fissure F' d'une autre zone Z' de chaussée. Les premières sections S1 d'image sont classées dans une

première classe C1 de présence de fissure et /ou associées à l'avance à la première classe C1 de présence de fissure (ou à une annotation C1 de fissure). Dans la base BA d'apprentissage sont également préenregistrées des deuxièmes sections S2 d'image représentant l'autre zone Z' de chaussée sans fissure. Les deuxièmes sections S2 d'image sont classées dans une deuxième classe C2 d'absence de fissure et /ou associées à l'avance à la deuxième classe C2 d'absence de fissure (ou ne sont pas associées à l'annotation C1 de fissure). La base BA d'apprentissage comporte à l'origine par exemple au moins 100 ou au moins 1000 premières sections S1 d'image de fissure et au moins 100 ou au moins 1000 deuxièmes sections S2 d'image. La proportion de premières sections S1 d'image de fissure dans la base BA peut être à l'origine entre 40% et 60 %. La base BA d'apprentissage peut regrouper des premières et deuxièmes sections S1, S2 d'images prises dans différentes conditions d'éclairage en plein air ou météorologiques, soleil face à la zone avant Z et/ou soleil de dos par rapport à la zone avant Z et/ou soleil à droite de la zone avant Z et/ou soleil à gauche la zone avant Z et/ou nuages devant le soleil. La base BA d'apprentissage peut avoir été obtenue par extraction d'images de la ou les caméras 11 de l'unité 1 se déplaçant sur l'autre zone Z' de chaussée. Les sections S1, S2, les classes C1 et/ou annotations C1 et la classe C2 ont été enregistrées dans la base BA par une ou plusieurs personnes. Les sections S2 sont représentatives de plusieurs formes de fissures F, de plusieurs épaisseurs de fissures F et de plusieurs dispositions de fissures F. Par exemple, lorsque plusieurs sections S2 ont été enregistrées, on peut également enregistrer comme autres sections S2 les symétriques de ces sections S2 par rapport à une ou plusieurs directions prescrites, par exemple au moins une direction parallèle à la direction x de la largeur, pour enrichir la base BA.

[0095] On décrit ci-dessous en référence aux figures 4 à 18 les moyens et le procédé de détection automatique de fissures F dans la zone avant Z de la chaussée par l'unité 1 avançant sur cette chaussée.

[0096] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour automatiquement comparer chaque image I acquise aux premières sections S1 d'image et aux deuxièmes sections S2 d'image (au cours d'une deuxième étape E2 postérieure à la première étape E1). Ainsi, le programme d'ordinateur, comportant des instructions de code pour la mise en oeuvre du procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier est embarqué sur le calculateur CAL, l'unité 1 et le véhicule 100 et est exécuté par le calculateur CAL. Le calculateur CAL peut être tout moyen informatique, comem par exemple un ou plusieurs ordinateurs ou autres.

[0097] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour automatiquement identifier dans chaque image I acquise et classier des régions b_j de l'image I acquise soit dans la première classe C1 de présence de fissure, soit dans la deuxième classe C2

d'absence de fissure, et ce par un algorithme d'apprentissage automatique de reconnaissance ou modèle de détection d'objets, qui est exécuté par le calculateur CAL pour reconnaître les premières sections S1 d'image et les deuxièmes sections S2 d'image dans l'image I acquise, d'image (au cours de la deuxième étape E2 postérieure à la première étape E1). L'algorithme d'apprentissage automatique peut calculer pour chaque région b_j un score de confiance de classement dans la première classe C1, qui est déterminé par comparaison aux sections S1 et/ou S2, pour ne classer dans la première classe C1 que les régions b_j dont le score de confiance est supérieur à un seuil SC de confiance prescrit, et/ou l'algorithme d'apprentissage automatique peut ne classer dans la première classe C1 qu'un nombre maximal prescrit N_{max} de régions b_j .

[0098] Les régions b_j peuvent être en forme de quadrilatères ou rectangulaires. Les figures 5 à 15 illustrent d'une manière non limitative des exemples de zones Z, d'images I, de fissures F de la zone Z et de régions b_j . Les figures 6 et 7 représentent d'une manière agrandie respectivement les parties P1 et P2 dans P1 de l'image I de la figure 5. Les figures 9 et 10 représentent d'une manière agrandie respectivement les parties P3 et P4 dans P3 de l'image I de la figure 8. Les figures 12 et 13 représentent d'une manière agrandie respectivement les parties P5 et P6 dans P5 de l'image I de la figure 11.

[0099] La forme et la position des régions b_j peut être prédéterminée comme étant l'une parmi plusieurs gabarits prescrits de région (par exemple en forme de quadrilatères ou rectangulaires, appelés boîtes d'ancrage), l'algorithme étant prévu pour prendre comme région b_j successivement chaque gabarit, déplacer chaque gabarit dans l'image I acquise et classifier ainsi chaque région b_j soit dans la première classe C1 de présence de fissure, soit dans la deuxième classe C2 d'absence de fissure. Cet algorithme d'apprentissage peut utiliser un modèle de détection d'objets appliqué aux sections S1, pouvant utiliser un réseau de neurones mis en œuvre par le calculateur, comme par exemple le modèle de détection d'objets RetinaNet, appliqué aux sections S1.

[0100] En outre, le calculateur est programmé ou configuré pour automatiquement évaluer l'aire ou la densité de ces régions b_j classées dans la première classe C1 de présence de fissure dans l'image I acquise (au cours de troisième et quatrième étape E3 et E4 postérieures à la deuxième étape E2). Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour automatiquement diviser chaque image I acquise en un nombre prescrit N de cellules c_k , réparties par exemple le long de deux axes perpendiculaires x et y de l'image I (au cours de la troisième étape E3 postérieure à la deuxième étape E2). Les cellules c_k peuvent être chacune de même forme et de même taille, pouvant être par exemple rectangulaire ou carrée. Les côtés des cellules c_k peuvent représenter une distance comprise entre 1 cm et 50 cm, notamment entre 10 cm et 30 cm sur la chaussée, et par exemple former chacune un carré de 20 cm de côté dans l'exemple illustré à la figure 15. Ces régions b_j classées dans la première classe C1 de présence de

fissure dans l'image I acquise peuvent être enregistrés comme premières sections S1 dans la base BA d'apprentissage en plus des premières sections S1 déjà présentes ou à la place de premières sections S1 déjà présentes.

- [0101] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour automatiquement calculer (au cours de la quatrième étape E4 postérieure à la deuxième étape E3) la densité d_k de fissure de chaque cellule c_k de l'image I acquise à partir des régions b_j classées dans la première classe C1 de présence de fissure (également appelées régions b_j de détection de fissure ou boîtes b_j de détection de fissure). Une carte Cd_k des densités d_k de fissure pour l'ensemble des cellules c_k dans une partie P7 de l'image I acquise en fonction des coordonnées prédéterminées des cellules c_k de l'image I peut être générée par le calculateur CAL, ainsi qu'illustré à la figure 15, où les niveaux de gris de l'échelle $ECHd_k$ de gris représentent la densité d_k de fissure plus ou moins claire selon la densité d_k de fissure plus ou moins grande. Ainsi les parties claires de la carte Cd_k visualisent la présence d'une grande densité d_k de fissures F. La carte Cd_k peut être une grille de cellules c_k rectangulaires ou carrées réparties dans la direction x de la largeur et la direction y d'avancée.
- [0102] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour automatiquement déterminer (au cours de la cinquième étape E5 postérieure à la quatrième étape E4) si la densité d_k de fissure d'une ou plusieurs des cellules c_k de l'image I acquise est supérieure à un seuil prescrit Sd de décision d'épandage de gravillons et de liant.
- [0103] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour, dans le cas où il a déterminé que la densité d_k de fissure d'une ou plusieurs des cellules c_k de l'image I acquise est supérieure au seuil prescrit Sd de décision d'épandage de gravillons et de liant (affirmative OUI à l'étape E5 à la figure 18), automatiquement générer (au cours de la sixième étape E6 postérieure à la cinquième étape E5) la consigne 200 d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les localisation(s) délimitée(s) par cette (une ou plusieurs) cellule(s) c_k , appelée(s) cellule(s) c_k sélectionnée(s), ayant chacune leur densité d_k de fissure supérieure au seuil prescrit Sd de décision d'épandage de gravillons et de liant. Dans le cas où il a déterminé que la densité d_k de fissure d'une ou plusieurs des cellules c_k de l'image I acquise n'est pas supérieure au seuil prescrit Sd de décision d'épandage de gravillons et de liant (négative NON à l'étape E5), le calculateur CAL ne génère pas (N/EX à la dixième étape E10 postérieure à la cinquième étape E5) de consigne 200 d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les localisation(s) délimitée(s) par cette (une ou plusieurs) cellule(s) c_k .
- [0104] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour permettre à l'utilisateur Ut d'annuler, par exemple pendant une durée prédéterminée en fonction de la vitesse V d'avancée de l'unité 1, la consigne 200 générée d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s), par le fait que l'utilisateur Ut

actionne une commande CANN d'annulation de celle-ci sur l'interface 102. Dans ce cas (affirmative OUI à la septième étape E7 de détermination de présence de commande CANN d'annulation, postérieure à la sixième étape E6), la consigne 200 générée d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s) n'est pas exécutée par l'ensemble 8 de distribution de liant et par l'ensemble 7 de distribution de gravillons (huitième étape E8 de non exécution N/EX postérieure à la septième étape E7).

[0105] Le calculateur CAL est programmé ou configuré pour provoquer une exécution automatique EX (au cours de la neuvième étape E9 postérieure à la septième étape E7) de la consigne 200 générée d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s) par l'ensemble 8 de distribution de liant et par l'ensemble 7 de distribution de gravillons pour épandre du liant et des gravillons dans la localisation délimitée la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s), dans le cas où aucune commande CANN d'annulation de la consigne 200 générée d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s) n'est actionnée (négative NON à la septième étape E7 de détermination de présence de commande CANN d'annulation, postérieure à la sixième étape E6) sur l'interface 102 par l'utilisateur U_t par exemple pendant la durée prédéterminée. La consigne 200 générée ne provoque pas d'épandage de gravillons et de liant en dehors de la ou des cellule(s) c_k sélectionnée(s) de cette consigne 200. L'épandage réalisé par l'unité 1 et par le procédé suivant l'invention est ainsi moins coûteux en quantité utilisée de gravillons et de liant.

[0106] L'invention permet ainsi de réparer les fissures automatiquement détectées sans intervention humaine, avec une meilleure objectivité, une meilleure fiabilité, une meilleure répétabilité et une meilleure qualité. En effet, les fissures sur la zone Z peuvent être de forme et de répartition variées. Comme illustré aux figures 5 à 15, l'invention a permis de détecter et réparer des fissures F de petite ou grande épaisseur et de forme diverses en étant groupées plutôt d'un côté droit ou gauche de la zone Z, qui correspond à l'endroit habituel où les pneus des véhicules poids lourds (camions ou engins agricole) posent leur roues ou à une zone d'usure du revêtement routier. La consigne 200 d'épandage générée automatiquement permet d'épandre aux endroits de la zone Z (cellule(s) c_k sélectionnée(s)) où les fissures sont denses. L'invention a permis de détecter et réparer des fissures dont l'épaisseur est aussi petite que 3 millimètres voire 1 mm en bas des images (c'est-à-dire sur la zone avant Z à proximité de la partie avant 21) et 5 mm en haut des images (c'est-à-dire sur la zone avant Z loin de la partie avant 21), qui peuvent être invisibles sur l'écran 101 à l'œil nu. L'avancée de l'unité 1 lui permet donc de détecter les fissures F plus fines qui n'avaient pas été détectées sur les images précédentes. Comme illustré aux figures 5 à 7 et 11 à 15,

l'invention a également permis de détecter et réparer des fissures F de petite ou grande épaisseur et de formes diverses en étant très disjointes les unes des autres dans la direction d'avancée Y. L'unité 1 suivant l'invention détecte et répare ainsi automatiquement des fissures F, ce qui décharge l'utilisateur qui peut alors se concentrer sur la conduite du véhicule 100.

[0107] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la densité d_k de fissure de chaque cellule c_k est égale à :

[0108] [Math.1]

$$d_k = \frac{A \{ \cup_j (b_j) \cap c_k \}}{A \{ c_k \}}$$

[0109] Ainsi, la densité d_k de fissure de chaque cellule c_k peut être définie comme la fraction de la cellule c_k occupée par le polygone correspondant à l'union des régions b_j de première classe C1 de présence de fissure dans l'image. Pour simplifier les opérations, les calculs peuvent être effectués dans le repère de l'image, la mesure d'aire revenant à compter les pixels. La densité d_k tient compte du possible recouvrement entre les régions b_j de détection. La densité d_k est supérieure ou égale à 0 et inférieure ou égale à 1.

[0110] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le seuil prescrit Sd de décision d'épandage de gravillons et de liant est supérieur ou égal à 0.4 et inférieur ou égal à 0.6.

[0111] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 1, 5, 8, 11, 14 et 16, les images acquises I de la zone avant Z de la chaussée sont des vues de la zone avant Z de la chaussée suivant un angle de vue ANG1 inférieur à 90° par rapport à la zone avant Z de la chaussée, correspondant au premier angle ANG1 d'élévation par rapport à la zone avant Z. Les premières sections S1 d'image et les deuxièmes sections S2 d'image de la base BA d'apprentissage peuvent également être des vues de la zone avant Z' de l'autre chaussée suivant cet angle de vue ANG1 inférieur à 90° par rapport à la zone avant Z de la chaussée. Suivant cet angle de vue ANG1, les images acquises I ont des coordonnées n sensiblement dans le sens y de la largeur et m dans une direction perpendiculaire dans le plan de l'image acquise I, ainsi qu'illustré aux figures 5, 8, 11, 14 et 16.

[0112] Suivant un autre mode de réalisation de l'invention, les images acquises de la zone avant Z de la chaussée sont des vues de la zone avant Z de la chaussée suivant un angle de vue ANG2 perpendiculaire à la chaussée. Les premières sections S1 d'image et les deuxièmes sections S2 d'image sont des vues de la zone avant Z' de l'autre chaussée suivant l'angle de vue ANG 2 perpendiculaire à la chaussée. Les pixels de l'image acquise I ont alors les deuxièmes coordonnées x, y perpendiculaires entre elles, ainsi

qu'illustré à la figure 17 correspondant au cadre représenté à la figure 16.

- [0113] Par exemple, dans le cas où la caméra 11 prend des images brutes I' selon le premier angle $ANG1$ d'élévation inférieur à 90° par rapport à la zone avant Z de la chaussée (ainsi qu'illustré à la figure 16), le système 110 de prise de vues ou le calculateur CAL est configuré pour obtenir les images acquises de la zone avant de la chaussée à partir de ces images brutes I' de la caméra 11 par rectification homographique, qui fait passer les premières coordonnées m, n des pixels des images brutes I' de la caméra 11 prises selon l'angle $ANG1$ de visée de celle-ci aux deuxièmes coordonnées x, y desdits pixels suivant le deuxième angle $ANG2$ de vue perpendiculaire à la zone avant Z de la chaussée. Les figures 6, 7, 9, 10, 12, 13 et 15 illustrent des exemples de parties d'images acquises I selon ces deuxièmes coordonnées x, y desdits pixels suivant le deuxième angle $ANG2$ de vue perpendiculaire à la zone avant Z de la chaussée. Le repère des coordonnées x, y des pixels des images acquises suivant le deuxième angle $ANG2$ de vue perpendiculaire à la zone avant Z de la chaussée peut avoir par exemple pour référence ou origine un point situé dans la partie avant 21 de l'unité 1 ou de la machine automotrice 100 et dans leur plan médian 20. La rectification homographique pour passer des coordonnées m, n aux coordonnées x, y peut être représentée par une matrice de taille 3 par 3, pouvant être obtenue par une procédure préalable de calibration dépendant du positionnement et de l'orientation de la caméra 11.
- [0114] Les images acquises peuvent également être obtenues par interpolation bilinéaire de l'image obtenue par rectification homographique. Cela permet de combler les intervalles entre pixels en haut de l'image. Cette interpolation bilinéaire peut être entre 0.1 mm/pixel et 0.5 mm/pixel, par exemple à 0.2 mm/pixel, sur des parties d'image (par exemple P1, P3, P5 aux figures 6, 9 et 12) de taille (n par m) comprise entre 0.2 mètre par 0.4 mètre et 0.5 mètre par 1 mètre.
- [0115] Suivant un mode de réalisation de l'invention, les régions b_j de détection de fissure sont repérées automatiquement par le calculateur CAL en superposition de l'image acquise sur l'écran 101, par exemple en superposant sur l'image affichée à l'écran 101 un contour des régions b_j de détection de fissure. Ce repérage des régions b_j de détection de fissure est distinct, par exemple avec une couleur distincte, par rapport aux autres consignes 200' d'épandage entrées par l'utilisateur Ut sur cette image.
- [0116] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la ou les cellule c_k sélectionnée et/ou la ou les consigne 200 générée d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la ou les cellule(s) c_k sélectionnée(s) est repérée automatiquement par le calculateur CAL en superposition de l'image acquise sur l'écran 101, par exemple en superposant sur l'image affichée à l'écran 101 un contour de la ou des cellule c_k sélectionnée. Ce repérage de la ou des cellule c_k sélectionnée est distinct, par exemple avec une couleur distincte, par rapport aux autres consignes 200' d'épandage entrées par l'utilisateur Ut

sur cette image.

[0117] Bien entendu, les modes de réalisation, caractéristiques, possibilités et exemples décrits ci-dessus peuvent être combinés l'un avec l'autre ou être sélectionnés indépendamment l'un de l'autre.

Revendications

[Revendication 1]

Unité mobile (1) de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons, l'unité comprenant :

un châssis (2) déplaçable dans un sens d'avancée dans le sens de la longueur allant de l'arrière vers l'avant,

un système (110) de prise de vues, comportant au moins une caméra (11), fixée au châssis (2) et orientée vers une zone avant (Z) de la chaussée située devant le châssis (2), pour obtenir des images acquises de la zone (Z) avant de la chaussée,

un ensemble (8) de distribution de liant et un ensemble (7) de distribution de gravillons, montés sur le châssis (2) et aptes à être commandés selon au moins une consigne (200) d'épandage localisé pour épandre du liant et des gravillons dans au moins une localisation délimitée de la zone avant (Z) de la chaussée,

au moins une interface (102) actionnable par un utilisateur, fixée au châssis (2),

caractérisée en ce que l'unité (1) comporte des moyens (20) de détection automatique de fissures de la chaussée dans les images de la zone avant (Z) de la chaussée, comportant au moins un calculateur (CAL)

comportant une base (BA) d'apprentissage, dans laquelle sont préenregistrées des premières sections (S1) d'image représentant chacune au moins une fissure (F') d'une autre zone (Z') de chaussée et classées dans une première classe (C1) de présence de fissure et des deuxièmes sections (S2) d'image représentant l'autre zone (Z') de chaussée sans fissure et classées dans une deuxième classe (C2) d'absence de fissure, le calculateur (CAL) étant programmé pour automatiquement :

- identifier dans chaque image acquise et classifier, par un algorithme d'apprentissage automatique du calculateur basé sur les premières sections (S1) d'image et sur les deuxièmes sections (S2) d'image, des régions (b_j) de l'image acquise dans la première classe (C1) de présence de fissure ou dans la deuxième classe (C2) d'absence de fissure,

- diviser chaque image acquise en cellules (c_k) et calculer pour chaque cellule (c_k) une densité (d_k) de fissure à partir des régions (b_j) de première classe (C1) de présence de fissure,

- déterminer si la densité (d_k) de fissure d'au moins une des cellules (c_k) est supérieure à un seuil prescrit (Sd) de décision d'épandage de

gravillons et de liant,

- dans l'affirmative, générer la consigne (200) d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la au moins une cellule (c_k), appelée cellule (c_k) sélectionnée, dont il a été déterminé que sa densité (d_k) de fissure est supérieure au seuil prescrit (S_d) de décision d'épandage de gravillons et de liant,

- sauf annulation de la consigne (200) par l'interface (102) actionnée par l'utilisateur, faire exécuter la consigne (200) générée d'épandage localisé par l'ensemble (8) de distribution de liant et par l'ensemble (7) de distribution de gravillons pour épandre du liant et des gravillons dans la localisation délimitée par la au moins une cellule (c_k) sélectionnée.

[Revendication 2] Unité suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la densité d_k de fissure de chaque cellule c_k est égale à :

$$d_k = \frac{A \{ \cup_j (b_j) \cap c_k \}}{A \{ c_k \}}$$

classe de présence de fissure,

A désigne l'aire,

\cup désigne l'union,

\cap désigne l'intersection.

[Revendication 3] Unité suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le seuil prescrit de décision d'épandage de gravillons et de liant est supérieur ou égal à 0.4 et inférieur ou égal à 0.6.

[Revendication 4] Unité suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les images acquises (I) de la zone avant (Z) de la chaussée sont des vues de la zone avant (Z) de la chaussée suivant un angle de vue (ANG1) inférieur à 90° par rapport à la zone avant (Z) de la chaussée,
les premières sections (S1) d'image et les deuxièmes sections (S2) d'image sont des vues de la zone avant (Z') de l'autre chaussée suivant l'angle de vue (ANG1) inférieur à 90° par rapport à la zone avant (Z) de la chaussée.

[Revendication 5] Unité suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les images acquises de la zone avant (Z) de la chaussée sont des vues de la zone avant (Z) de la chaussée suivant un angle de vue perpendiculaire à la chaussée,
les premières sections (S1) d'image et les deuxièmes sections (S2)

d'image sont des vues de la zone avant (Z') de l'autre chaussée suivant un angle de vue perpendiculaire à la chaussée.

- [Revendication 6] Unité suivant la revendication 5, caractérisée en ce que le système (110) de prise de vues ou le calculateur (CAL) est configuré pour obtenir les images acquises de la zone avant de la chaussée à partir d'images brutes de la caméra (11) par rectification homographique faisant passer les premières coordonnées (m, n) des pixels des images brutes de la caméra (11) prises selon un premier angle (ANG1) d'élévation inférieur à 90° par rapport à la zone avant (Z) de la chaussée à des deuxièmes coordonnées (x, y) desdits pixels suivant un deuxième angle (ANG2) de vue perpendiculaire à la zone avant (Z) de la chaussée, les deuxièmes coordonnées (x, y) desdits pixels étant celles des images acquises.
- [Revendication 7] Unité suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les régions (b_j) de l'image acquise dans la première classe (C1) de présence de fissure sont repérées en superposition de l'image acquise sur au moins un écran (101) de visualisation de l'unité (1).
- [Revendication 8] Unité suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la au moins une cellule (c_k) sélectionnée est repérée en superposition de l'image acquise sur au moins un écran (101) de visualisation de l'unité (1).
- [Revendication 9] Unité suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'interface (102) est actionnable par un utilisateur (Ut) pour entrer au moins une autre consigne (200') d'épandage localisé de gravillons et de liant en au moins une autre localisation délimitée de la zone avant (Z), le calculateur (CAL) étant programmé pour faire exécuter par l'ensemble (8) de distribution de liant et par l'ensemble (7) de distribution de gravillons la au moins une autre consigne (200') d'épandage entrée pour épandre du liant et des gravillons dans ladite au moins une autre localisation délimitée de la zone avant (Z).
- [Revendication 10] Procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons, à l'aide d'une unité (1) mobile comprenant un châssis (2) déplaçable dans un sens d'avancée dans le sens de la longueur allant de l'arrière vers l'avant, un système (110) de prise de vues, comportant au moins une caméra (11), fixée au châssis (2) et orientée vers une zone avant (Z) de la chaussée située devant le châssis, pour obtenir des images acquises de la zone (Z) avant de la chaussée, un ensemble (8) de distribution de liant et un ensemble

(7) de distribution de gravillons, montés sur le châssis (2) et aptes à être commandés selon au moins une consigne (200) d'épandage localisé pour épandre du liant et des gravillons dans au moins une localisation délimitée de la zone avant (Z) de la chaussée et au moins une interface (102) actionnable par un utilisateur, fixée au châssis (2),

caractérisée en ce que

on préenregistre (E1) dans une base (BA) d'apprentissage d'au moins un calculateur (CAL) de l'unité (1) des premières sections (S1) d'image représentant chacune au moins une fissure (F') d'une autre zone (Z') de chaussée et classées dans une première classe (C1) de présence de fissure et des deuxièmes sections (S2) d'image représentant l'autre zone (Z') de chaussée sans fissure et classées dans une deuxième classe (C2) d'absence de fissure,

on identifie (E2) automatiquement par le calculateur (CAL) dans chaque image acquise et on classe par un algorithme d'apprentissage automatique du calculateur (CAL) basé sur les premières sections (S1) d'image et sur les deuxièmes sections (S2) d'image, des régions (b_j) de l'image acquise dans la première classe (C1) de présence de fissure ou dans la deuxième classe (C2) d'absence de fissure,

on divise (E3) automatiquement par le calculateur (CAL) chaque image acquise en cellules (c_k),

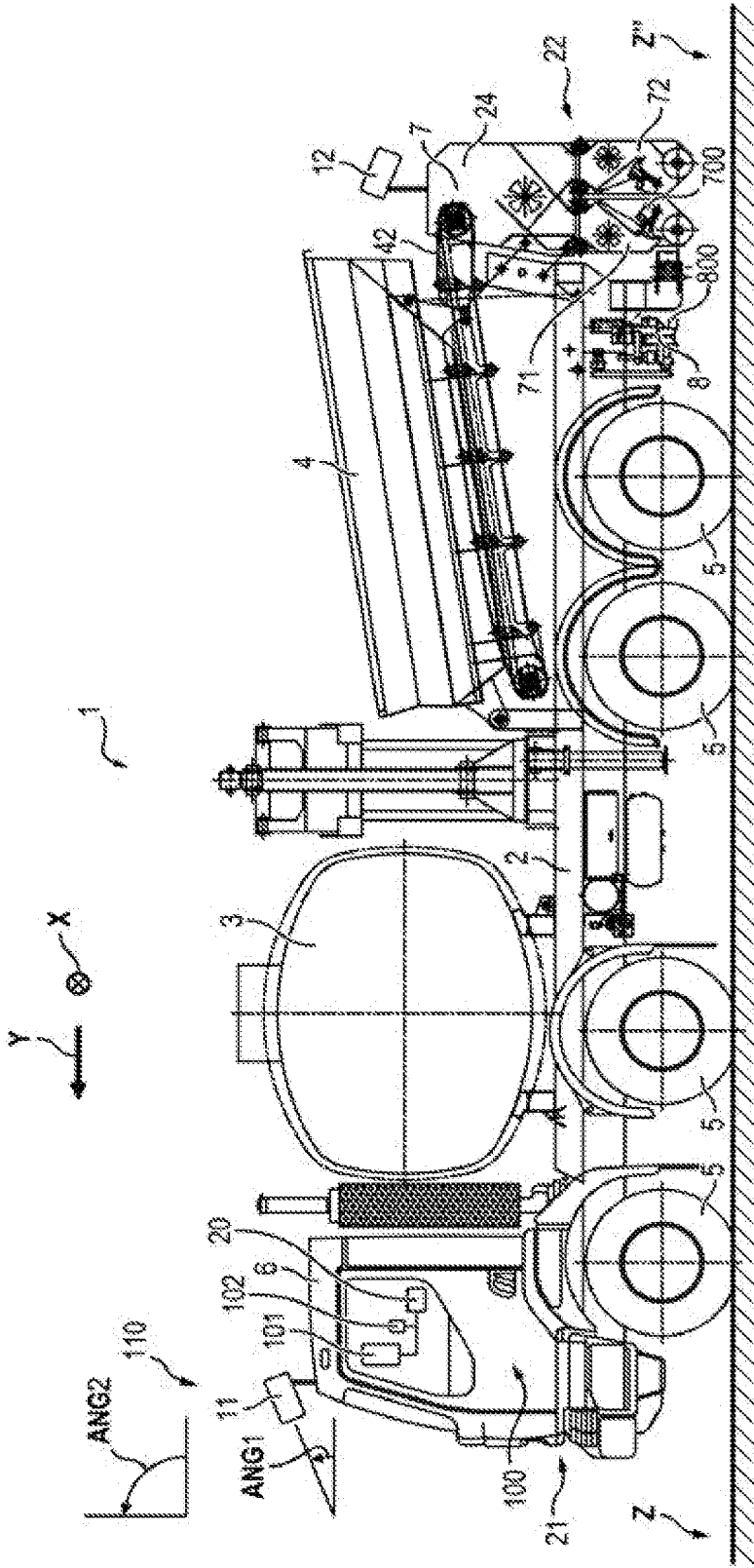
on calcule (E4) automatiquement par le calculateur (CAL) pour chaque cellule (c_k) une densité (d_k) de fissure à partir des régions (b_j) de première classe (C1) de présence de fissure,

on détermine (E5) automatiquement par le calculateur (CAL) si la densité (d_k) de fissure d'au moins une des cellules (c_k) est supérieure à un seuil prescrit (S_d) de décision d'épandage de gravillons et de liant, dans l'affirmative, on génère (E6) automatiquement par le calculateur (CAL) la consigne (200) d'épandage localisé de liant et de gravillons dans la au moins une cellule (c_k), appelée cellule (c_k) sélectionnée, dont il a été déterminé que sa densité (d_k) de fissure est supérieure au seuil prescrit (S_d) de décision d'épandage de gravillons et de liant,

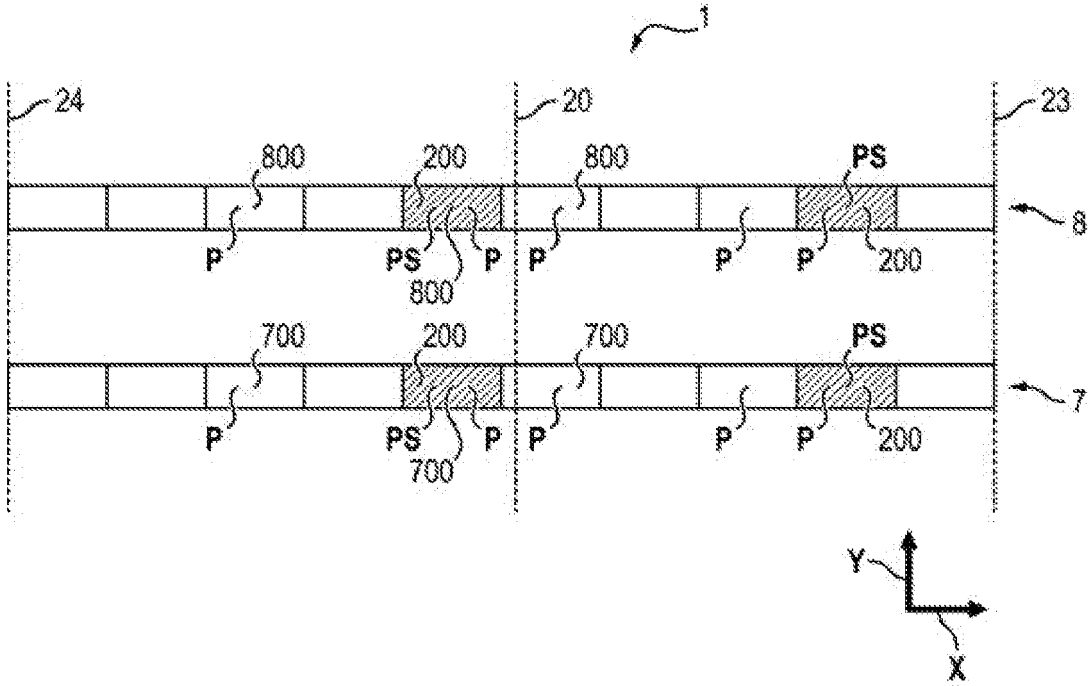
- sauf annulation (E7, E8) de la consigne (200) par l'interface (102) actionnée par l'utilisateur, le calculateur (CAL) fait exécuter (E9) la consigne (200) générée d'épandage localisé par l'ensemble (8) de distribution de liant et par l'ensemble (7) de distribution de gravillons pour épandre du liant et des gravillons dans la localisation délimitée par la au moins une cellule (c_k) sélectionnée.

[Revendication 11] Programme d'ordinateur, comportant des instructions de code pour la mise en oeuvre du procédé de confection et/ou réparation d'un revêtement routier composé d'une couche de liant et d'une couche de gravillons suivant la revendication 10, lorsqu'il est exécuté par un calculateur (CAL).

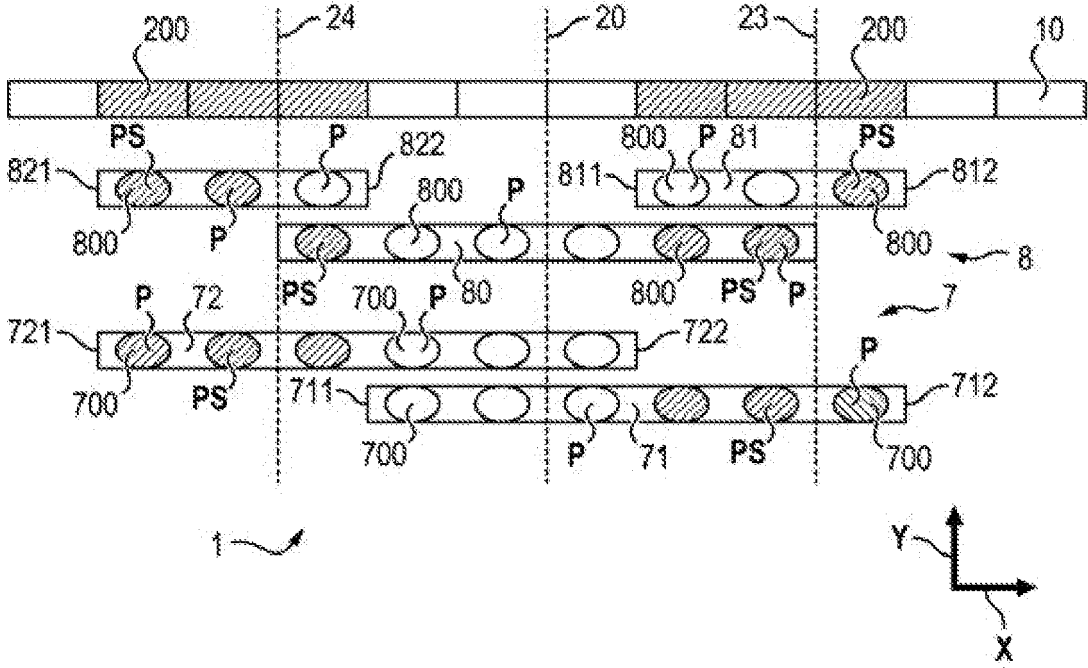
[Fig. 1]



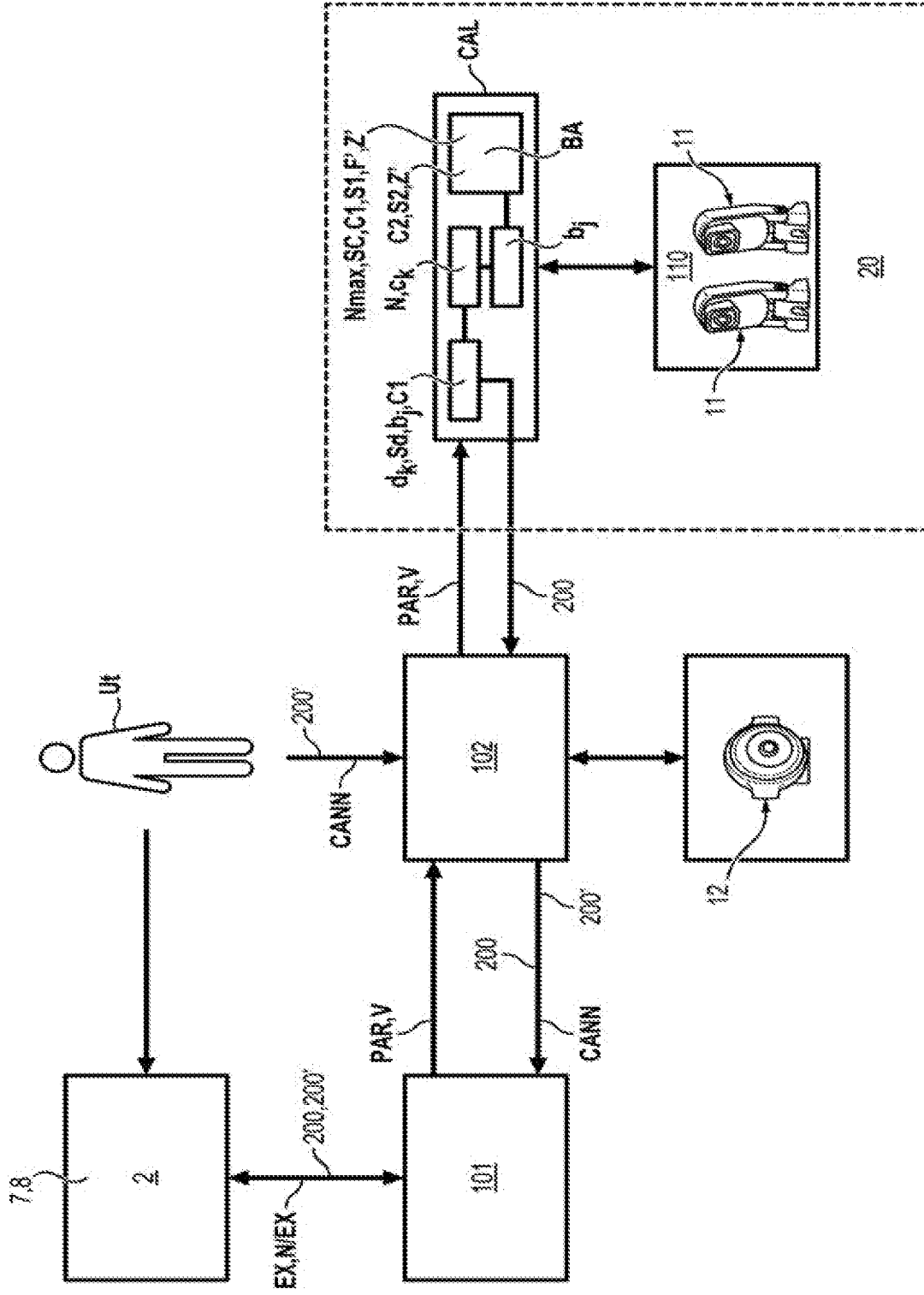
[Fig. 2]



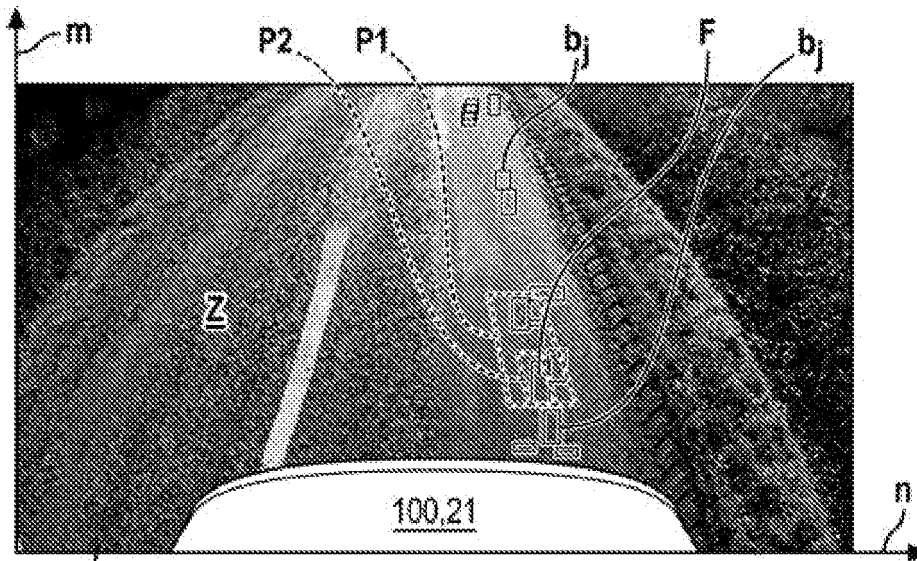
[Fig. 3]



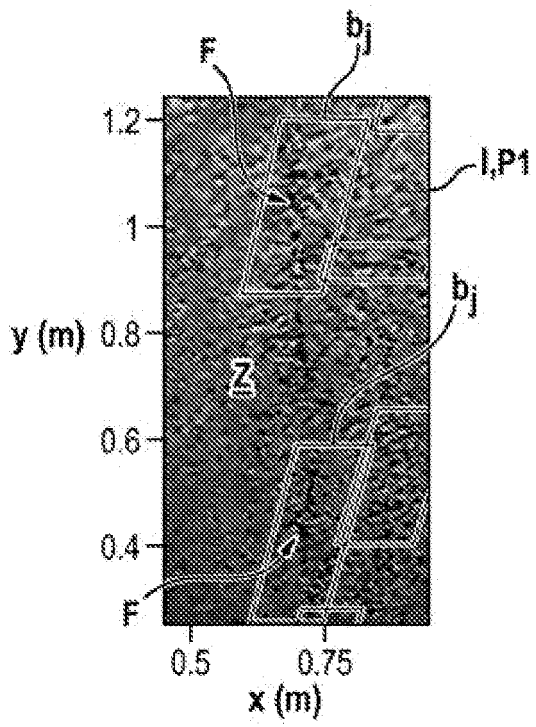
[Fig. 4]



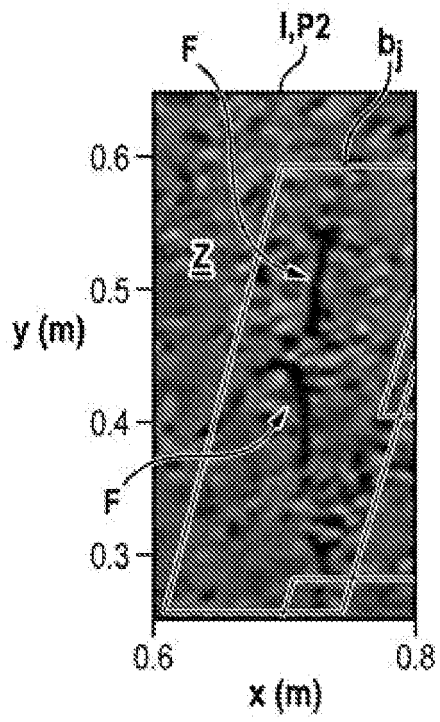
[Fig. 5]



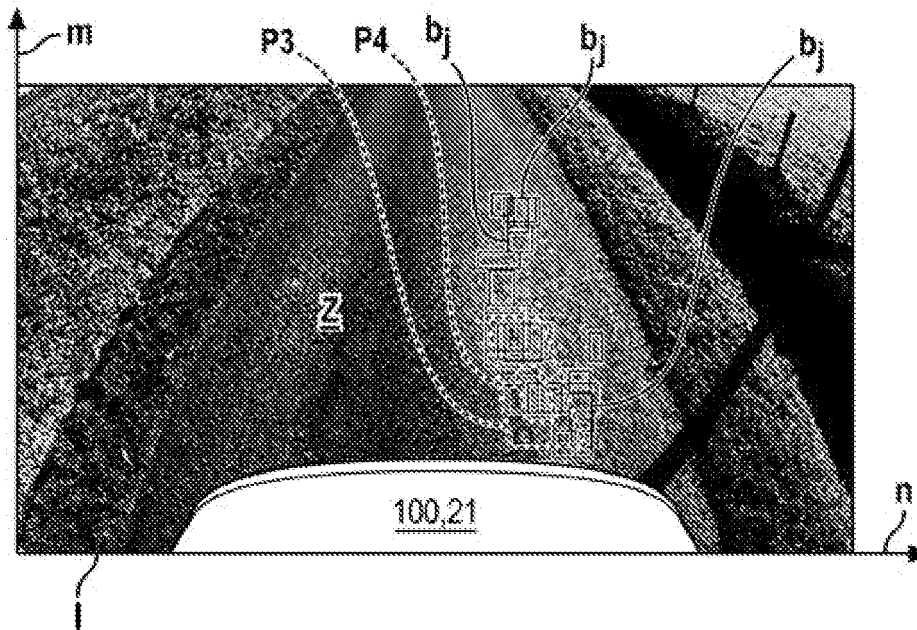
[Fig. 6]



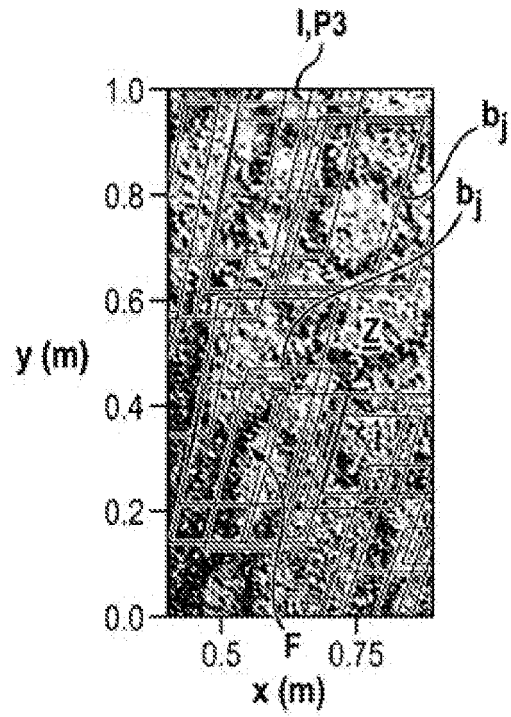
[Fig. 7]



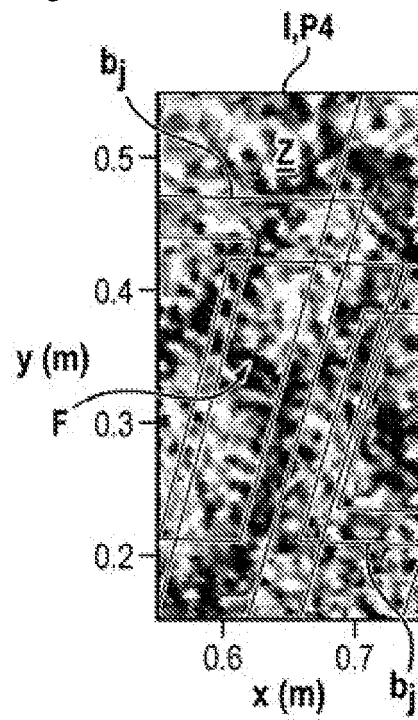
[Fig. 8]



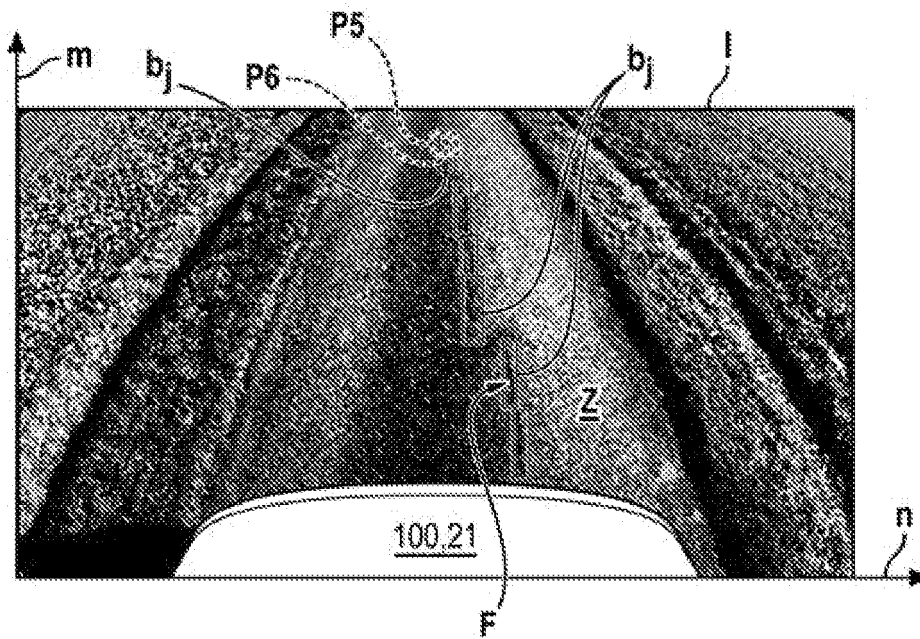
[Fig. 9]



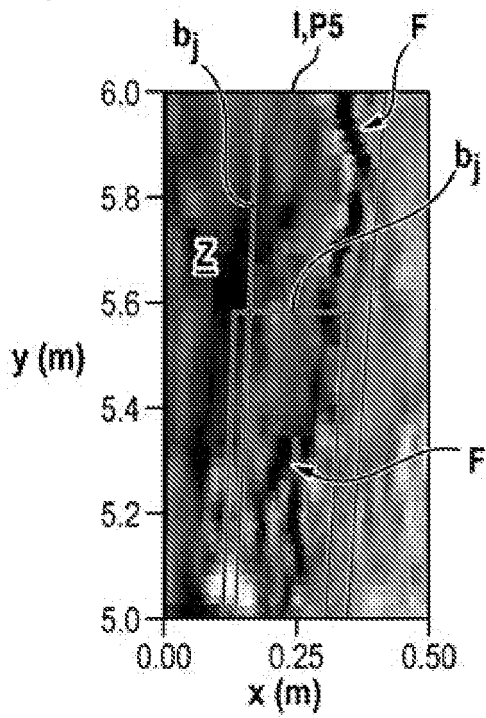
[Fig. 10]



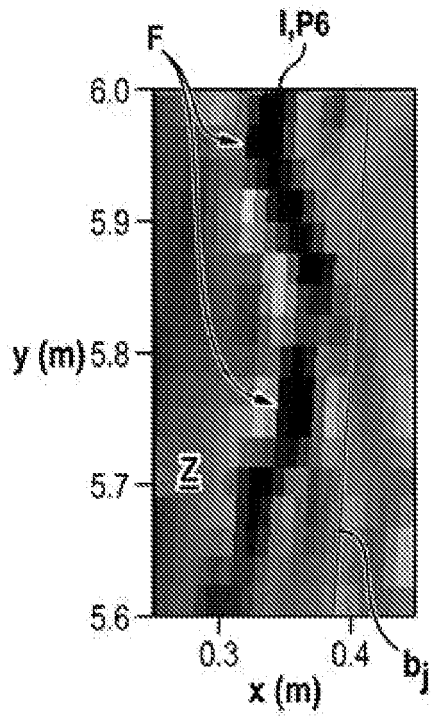
[Fig. 11]



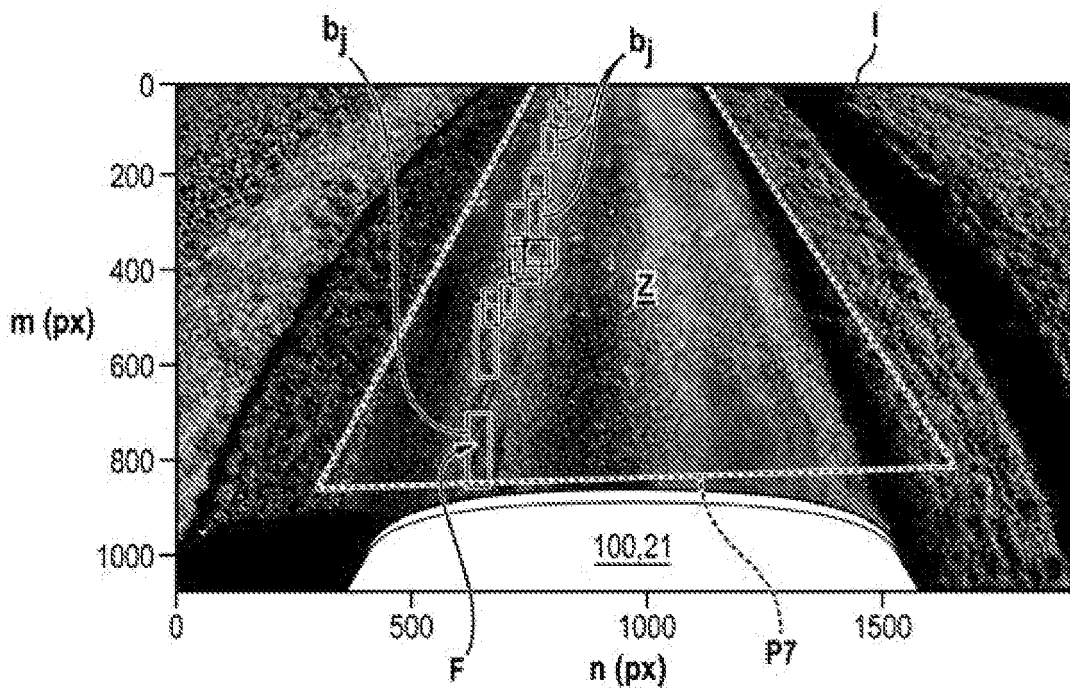
[Fig. 12]



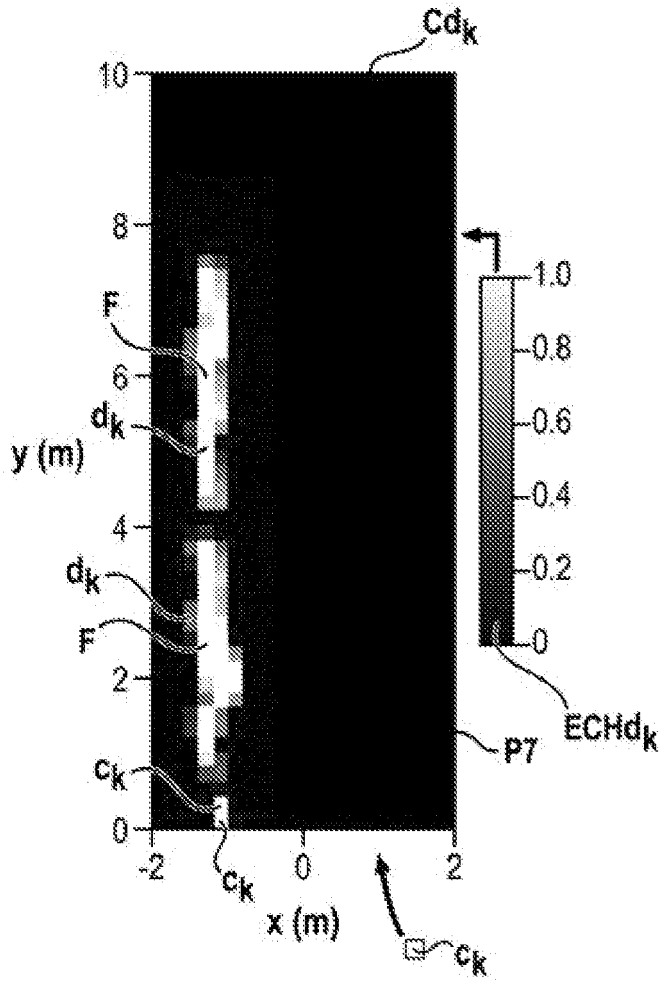
[Fig. 13]



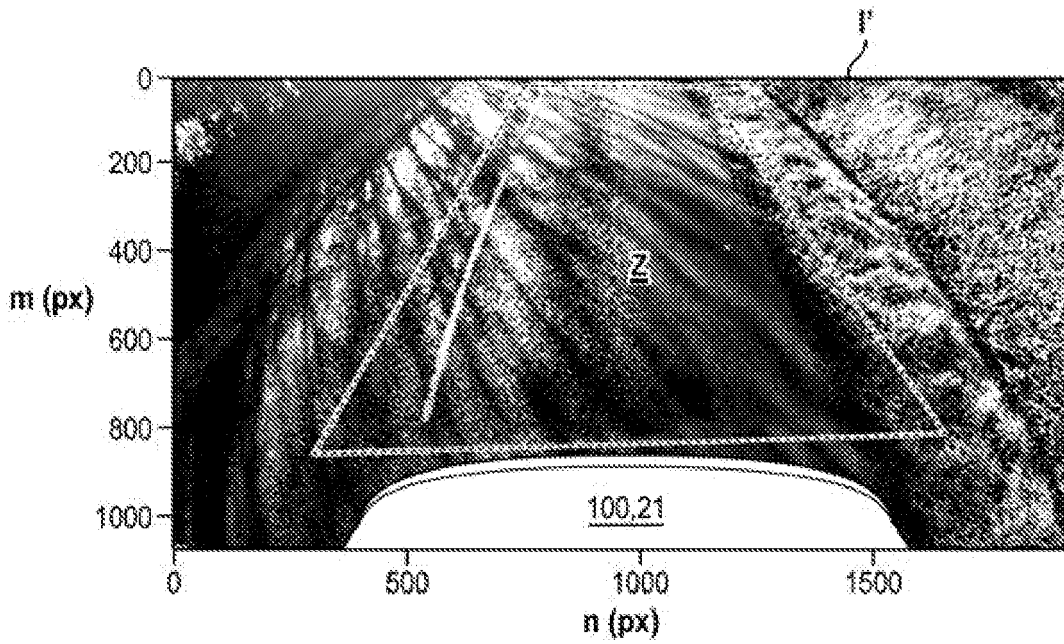
[Fig. 14]



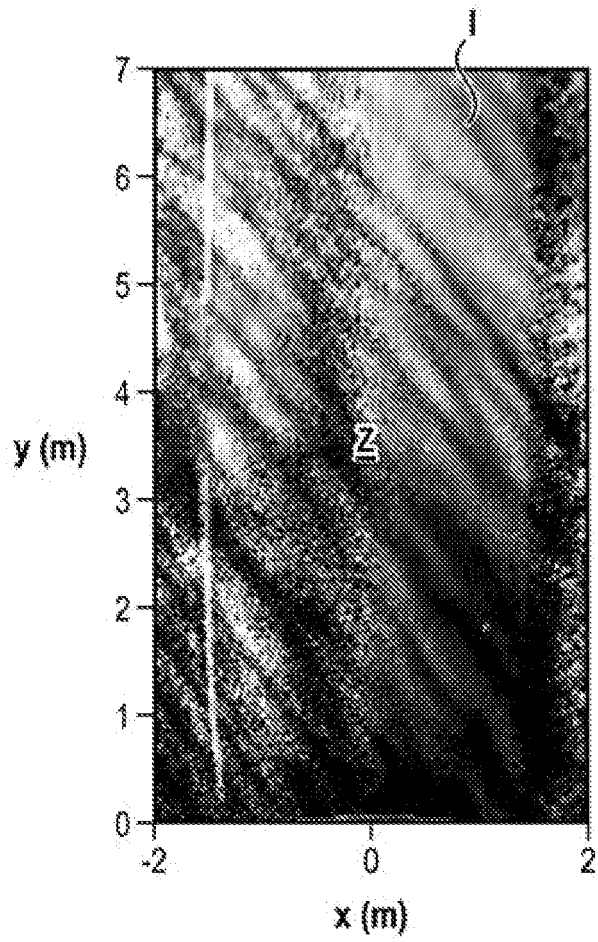
[Fig. 15]



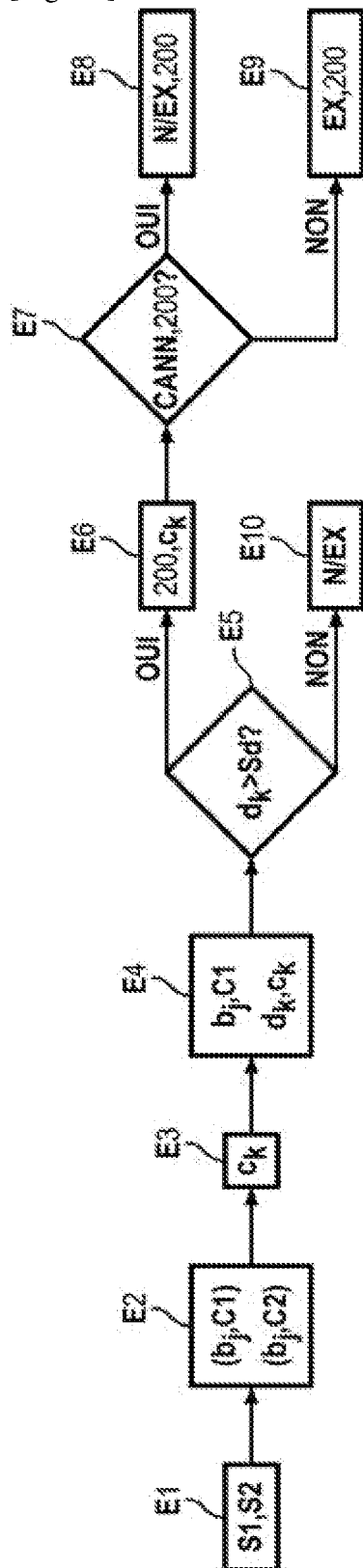
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 3 008 720 A1 (ACMAR [FR])
23 janvier 2015 (2015-01-23)

CN 104 537 651 A (CCCC FIRST HIGHWAY
CONSULTANTS) 22 avril 2015 (2015-04-22)

EP 0 404 623 A1 (RINCHEVAL SOCIETE [FR])
27 décembre 1990 (1990-12-27)

US 2016/032540 A1 (REDA SHAKER AHMED [US])
4 février 2016 (2016-02-04)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT