

Dalle lumineuse intégrable dans une chaussée circulaire

Domaine Technique

La présente invention concerne le domaine technique des chaussées circulables fonctionnalisées, notamment avec des éléments lumineux.

5

Technique antérieure

Dans le domaine ci-dessus, il est connu d'intégrer dans des dispositifs commerciaux des éléments actifs tels que des diodes électroluminescentes (LEDs), un stockage d'énergie et une source de courant, par exemple un élément photovoltaïque. Ces dispositifs ont généralement une épaisseur importante qui les rend impropres à un
10 usage sur une surface importante, et une taille élémentaire qui n'excède pas la dizaine de centimètres et les destine à de la délimitation ponctuelle.

Sont également connus des dispositifs comportant des éléments lumineux nécessitant un encastrement dans la chaussée, pouvant par exemple comprendre les éléments lumineux au sein d'une matrice épaisse de plusieurs centimètres. Ces
15 dispositifs sont difficilement compatibles avec une intégration dans des chaussées existantes.

Il serait avantageux de disposer de dispositifs intégrant des éléments lumineux, intégrables à une chaussée circulaire existante sans encastrement, permettant de couvrir une surface importante, s'intégrant aux marquages routiers existants, et dont
20 l'allumage permettrait de former des motifs désirés, par exemple par un pilotage à distance.

La demande FR3063128 décrit une dalle de signalisation lumineuse comprenant une structure à plusieurs couches et des diodes électroluminescentes (LEDs) sous la forme de rubans de LEDs. Au vu de la nature des matériaux utilisés pour les
25 différentes couches et de leur agencement, les propriétés de résistance mécanique et/ou de résistance aux phénomènes climatiques de la dalle peuvent être améliorées. En outre, lorsque la dalle comprend plusieurs rubans de LEDs, ceux-ci doivent être connectés par le biais de soudures, qui à la fois représentent des potentiels points de faiblesse en termes de résistance mécanique et compliquent la
30 fabrication de la dalle.

Dans ce cadre, les Demanderesses ont développé une dalle lumineuse permettant de surmonter les lacunes des dispositifs antérieurs, la dalle comprenant des

éléments lumineux connectés entre eux, ayant une grande stabilité thermomécanique, pouvant se coller à la surface de la chaussée en s'intégrant au marquage existant, et pouvant être utilisée pour afficher une grande variété de motifs en termes de forme, taille et couleur notamment.

5 **Exposé de l'invention**

Le premier objet de l'invention est une dalle lumineuse, notamment intégrable dans une chaussée circulaire, comprenant successivement :

- un premier film de protection, disposé en face avant du dispositif, en un premier matériau,
- 10 - un premier film encapsulant extérieur, en un deuxième matériau,
- un film encapsulant intérieur, en un troisième matériau,
- un deuxième film encapsulant extérieur, en un quatrième matériau,
- un deuxième film de protection, disposé en face arrière du dispositif, en un cinquième matériau,
- 15 l'un des films choisis parmi le premier film encapsulant extérieur, le film encapsulant intérieur et le deuxième film encapsulant extérieur enrobant au moins un élément actif adapté pour émettre de la lumière,
- chaque élément actif adapté pour émettre de la lumière comprenant au moins un élément lumineux sur un support permettant de l'alimenter,
- 20 le premier matériau, le deuxième matériau, le troisième matériau, le quatrième matériau et le cinquième matériau ayant, respectivement, des modules d'Young E_1 , E_2 , E_3 , E_4 et E_5 et ayant, respectivement, des coefficients de dilatation thermique CTE_1 , CTE_2 , CTE_3 , CTE_4 et CTE_5 ,
- E_1 et E_5 étant semblables ou identiques, E_2 et E_4 étant semblables ou identiques,
- 25 $E_1 > E_2$ et $E_4 < E_5$,
- CTE_1 et CTE_5 étant semblables ou identiques, CTE_2 et CTE_4 étant semblables ou identiques,
- $CTE_1 < CTE_2$ et $CTE_4 > CTE_5$.

Par « semblable », on entend dans la présente invention que les valeurs ne diffèrent pas de plus de 30%, de préférence de pas plus de 20%, en particulier de pas plus de 10%. Avantageusement, les valeurs sont identiques.

Les couches de la dalle lumineuse selon l'invention forment un empilement qui
5 présente :

- un gradient de module d'Young en U : décroissant depuis le premier film de protection (face avant) jusqu'à la couche d'encapsulant extérieur et avantageusement jusqu'à la couche d'encapsulant intérieur, puis croissant depuis la couche d'encapsulant extérieur, avantageusement depuis la couche
10 d'encapsulant intérieur, jusqu'au second film de protection (face arrière) ;

- un gradient de coefficient de dilatation thermique en U inversé : croissant depuis le premier film de protection (face avant) jusqu'à la couche d'encapsulant extérieur et avantageusement jusqu'à la couche d'encapsulant intérieur, puis décroissant depuis la couche d'encapsulant extérieur, avantageusement depuis la couche
15 d'encapsulant intérieur, jusqu'au second film de protection (face arrière) ;

- des propriétés thermomécaniques (module d'Young et coefficient de dilatation thermique) symétriques ou quasi symétriques par rapport à la couche centrale de l'empilement de couches, c'est-à-dire la couche d'encapsulant intérieur. Cette symétrie ou quasi-symétrie assure que les contraintes éventuellement présentes au
20 sein de l'empilement de couches s'annulent deux à deux par effet miroir, garantissant une bonne stabilité thermomécanique de l'ensemble.

Un ensemble avec de telles caractéristiques thermomécaniques présente un aspect plan pouvant être conservé sur une large gamme de température, allant notamment de -40°C à +85°C. Cette gamme englobe la totalité ou la quasi-totalité des
25 températures auxquelles des routes peuvent être exposées.

Le nombre, la nature et/ou la position relative des éléments actifs dans la dalle peuvent être adaptés pour que la lumière émise par la dalle lumineuse forme un motif désiré.

Par la suite, même si la description fait référence à une dalle lumineuse comprenant des LEDs montées sur un circuit imprimé, l'invention est transposable à tout
30 élément actif adapté pour émettre de la lumière et dont les dimensions permettent de l'incorporer dans les films de la dalle lumineuse de la présente invention.

- Le premier film de protection et/ou le second film de protection permettent la protection mécanique de la dalle lumineuse, en particulier des éléments actifs de la dalle lumineuse. Avantageusement, les modules d'Young E_1 et/ou E_5 du premier et/ou du cinquième matériaux sont indépendamment l'un de l'autre supérieurs à 2
- 5 GPa, de préférence supérieurs à 5 GPa et encore plus préférentiellement supérieurs à 10 GPa. Avantageusement, les coefficients de dilatation thermique CTE_1 et/ou CTE_5 du premier et/ou du cinquième matériaux sont indépendamment inférieurs à $200 \times 10^{-6}/K$, de préférence inférieurs à $100 \times 10^{-6}/K$ et encore plus préférentiellement inférieurs à $50 \times 10^{-6}/K$.
- 10 Les éléments actifs sont protégés mécaniquement, en particulier en cas d'impact mécanique ou de la présence d'une forte charge sur le dispositif, notamment après application sur une chaussée circulaire. A titre illustratif et non limitatif, les impacts mécaniques peuvent être un poinçonnement par la face arrière du dispositif (par des aspérités de la chaussée circulaire sous-jacente); un poinçonnement par la
- 15 face avant du dispositif dû à la circulation ; un choc mécanique sur la face avant (par exemple par impact de grêlons ou chute d'objets) ; une compression du dispositif par la face avant due au trafic, à la présence d'un poids mort, ou d'une masse tombante ; un cisaillement. Les éléments actifs ne sont pas dégradés, leurs performances et/ou leurs fonctionnalités demeurent intactes. En particulier, cela
- 20 évite de détériorer et/ou de diminuer la luminosité des éléments actifs.
- Sauf précision contraire, les valeurs de module d'Young et de coefficients de dilatation thermique sont données à température ambiante de 20 à 25°C.
- Le premier et le cinquième matériaux peuvent être indépendamment l'un de l'autre tout matériau adapté pour protéger mécaniquement la dalle lumineuse, notamment
- 25 les éléments actifs adaptés pour émettre de la lumière qu'elle contient.

- Le premier matériau doit être en outre au moins en partie translucide, voire transparent, afin de laisser passer au moins en partie la lumière émise par les éléments actifs. Dans certains modes de réalisation, le premier film de protection peut être rendu opaque sur certaines zones afin de permettre le passage de la
- 30 lumière émise par les éléments actifs pour former un motif désiré. Par exemple, certaines zones du premier film de protection peuvent être peintes, façon pochoir, pour moduler la transmission de la lumière au travers de ces zones, par exemple pour les rendre opaques. Ceci permet notamment de réaliser, par masquage,

l'illumination de motifs spécifiques comme des pictogrammes notamment sans devoir produire des circuits électroniques spécifiques.

Avantageusement, le premier et le cinquième matériaux sont identiques. Le premier et/ou le cinquième matériaux peuvent notamment indépendamment comprendre
5 une résine telle qu'une résine acrylique, notamment une base Verniroc, une résine époxy ou une résine polyuréthane. Le dosage de la résine peut être compris entre 10 g/m² et 1000 g/m², mieux entre 30 g/m² et 700 g/m², idéalement entre 150 g/m² et 600 g/m².

Le premier et le cinquième matériaux peuvent en outre comprendre une substance
10 colorée telle qu'une peinture routière Griffon blanche, des pigments de TiO₂ ou une peinture jaune.

Le premier matériau peut en outre comprendre des éléments texturants transparents ou colorés, par exemple des grains et/ou billes de verre, d'une taille comprise par exemple entre 0,01 mm et 4 mm, mieux entre 0,1 mm et 2 mm,
15 idéalement entre 0,2 mm et 1,8 mm. Le dosage de ces grains et/ou billes de verre peut être compris entre 10 et 800 g/m², mieux entre 30 et 500 g/m², idéalement entre 50 et 400 g/m². La colorimétrie peut être mesurée selon les normes NF EN 1436 :2018, et s'inscrire dans le périmètre RGB d'un marquage, par exemple la norme NF EN 1436+A1 pour un marquage routier blanc. De tels dosages assurent
20 une adhérence qui peut être mesurée selon la norme NF EN EN13036-4 au pendule SRT, et fournir une valeur supérieure à 0,45 et idéalement supérieure à 0,55. Ces mêmes dosages empêchent tout départ de matière excessif, évalué avec des machines de polissage ou d'adhérence type Wehner & Schulze, ou des simulateurs de trafic type orniéreur.

25 Le cinquième matériau peut comprendre une résine choisie dans le groupe constitué par une résine époxy additivée de fibres de verre, une résine polypropylène, une résine polyéthylène et une résine polyéthylène téréphtalate éventuellement additivée de fibres.

Le premier et/ou le cinquième matériaux peuvent comprendre un composite
30 comprenant des fibres de verre et une résine époxy.

L'épaisseur du premier film de protection et/ou du second film de protection peut être indépendamment comprise entre 0,1 mm et 5,0 mm, mieux entre 0,25 mm et

3,0 mm, de préférence entre 0,4 mm et 1,5 mm, idéalement entre 0,5 mm et 1,0 mm. Dans un mode de réalisation particulier, l'épaisseur du premier et/ou du second film de protection est sensiblement de 400 μm (micromètres).

5 Le premier film de protection peut comprendre une résine transparente ou translucide et des éléments texturants irréguliers proposant une certaine adhérence, y compris en conditions humides.

10 Le second film de protection peut comprendre au moins un orifice permettant le passage de l'alimentation électrique entre l'extérieur de la dalle et les éléments actifs. Dans certains modes de réalisation, cet orifice peut être au moins en partie comblé par le troisième matériau (du film encapsulant intérieur).

Le premier film encapsulant et/ou le second film encapsulant extérieurs permettent la protection mécanique et surtout hydrique des éléments actifs. Avantageusement, les modules d'Young E_2 et/ou E_4 du second et/ou du quatrième matériaux vont indépendamment de 100 à 800 MPa, et de préférence de 200 à 600 MPa.

15 Avantageusement, les vitesses de transmission de la vapeur d'eau connues sous l'acronyme WVTR (Water Vapor Transmission Rate) du second et du quatrième matériaux sont les plus faibles possibles. Notamment, les vitesses de transmission de la vapeur d'eau du second et/ou du quatrième matériaux sont, à température ambiante de 20 à 25°C, inférieures à $10^{-4} \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$, de préférence inférieures à $10^{-5} \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$.

20 Avantageusement, les coefficients de dilatation thermique E_2 et/ou E_4 du second et/ou du quatrième matériaux sont indépendamment compris entre $200.10^{-6}/\text{K}$ et $700.10^{-6}/\text{K}$, et de préférence entre $300.10^{-6}/\text{K}$ et $600.10^{-6}/\text{K}$.

25 Le second et le quatrième matériaux peuvent être indépendamment l'un de l'autre tout matériau adapté pour protéger hydriquement les éléments actifs de la dalle lumineuse. Avantageusement, le second et le quatrième matériaux sont identiques.

L'épaisseur du premier film encapsulant extérieur et/ou du second film encapsulant extérieur peut être indépendamment comprise entre 0,25 mm et 2,0 mm, de préférence entre 0,25 mm et 1,0 mm.

30 Le film encapsulant intérieur a notamment comme rôle, lorsqu'il enrobe les éléments actifs, de protéger mécaniquement ceux-ci, notamment en comblant les volumes

compris entre les éléments actifs qui ne sont pas nécessairement jointifs. Avantageusement, le module d'Young du troisième matériau E_3 va de 5 à 100 MPa, et de préférence de 10 à 50 MPa. Avantageusement, le coefficient de dilatation thermique CTE_3 du troisième matériau est compris entre $800.10^{-6}/K$ et $2000.10^{-6}/K$,
5 de préférence entre $800.10^{-6}/K$ et $1400.10^{-6}/K$.

Le troisième matériau peut être tout matériau adapté pour protéger mécaniquement les éléments actifs. L'épaisseur du film encapsulant intérieur peut être comprise entre 0,4 mm et 2,0 mm, de préférence entre 0,8 mm et 1,4 mm.

Le second, le troisième et le quatrième matériaux peuvent être indépendamment
10 choisis dans le groupe constitué par les polyoléfinés thermiques telles que celle connue sous la dénomination CVF, l'éthylène – acétate de vinyle (EVA), le polyuréthane thermoplastique TPU, un ionomère, un polycarbonate et une résine acrylique. Le second et/ou le quatrième matériaux peuvent notamment être indépendamment un ionomère, tel que celui commercialisé sous la dénomination
15 Ionomer DG3 par la société Juraplast. Le troisième matériau peut notamment être une polyoléfine thermoplastique ou une résine (méth)acrylique.

Dans un mode de réalisation, le premier et le cinquième matériaux sont identiques et/ou le second et le quatrième matériaux sont identiques. Avantageusement, les épaisseurs des deux films de protection sont identiques ou sensiblement identiques
20 et/ou les épaisseurs de deux films encapsulants extérieurs sont identiques ou sensiblement identiques. Ceci permet d'obtenir une dalle symétrique, qui permet une protection mécanique optimale des éléments actifs.

Dans un mode de réalisation préféré, les éléments actifs sont enrobés dans le film d'encapsulant intérieur.

25 Dans un mode de réalisation, la dalle comprend au moins deux éléments actifs adaptés pour émettre de la lumière, en particulier au moins deux éléments actifs adaptés pour émettre de la lumière reliés entre eux. Le nombre d'éléments actifs dans la dalle peut notamment être égal à deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit, neuf ou dix ou être compris dans tout intervalle délimité par deux de ces valeurs.

30 Les éléments actifs présents dans la dalle sont des éléments actifs adaptés pour émettre de la lumière. Les termes « éléments actifs », « éléments actifs lumineux » et « éléments actifs adaptés pour émettre de la lumière » sont utilisés

indifféremment dans la présente demande pour désigner ces éléments. Il peut s'agir notamment de diodes électroluminescentes (LEDs) montées sur un support circuit électronique conducteur semi-rigide ou souple tel qu'un circuit imprimé (PCB). Alternativement, il peut s'agir d'autres éléments adaptés pour émettre de la lumière, par exemples des OLEDs (diodes électroluminescentes organiques), de préférence sur un support, des LEDs individuelles, de préférence sur un support, ou des rubans de LEDs. De préférence, un élément actif adapté pour émettre de la lumière comprend au moins un élément lumineux sur un support permettant de l'alimenter. Avantageusement, l'épaisseur des éléments actifs est inférieure à 10 mm, mieux inférieure à 7 mm, idéalement inférieure à 4 mm.

Avantageusement, l'élément actif comprend au moins deux éléments lumineux reliés en parallèle. Ceci permet notamment une pérennité à la panne puisque, contrairement au cas où les éléments lumineux seraient reliés en série, la défaillance, par exemple la défaillance électrique, d'un élément lumineux n'affecte pas le fonctionnement des autres éléments lumineux qui lui sont reliés.

Les éléments actifs peuvent avoir une direction d'éclairage privilégiée. Les éléments actifs peuvent par exemple produire un éclairage tangentiel, c'est-à-dire dans une direction principale formant un angle inférieur à 90° avec la surface de la chaussée (ou le premier film de protection), notamment un éclairage orienté vers un automobiliste. L'éclairage peut au contraire être orienté vers le haut (direction principale d'éclairage normale à la surface de la chaussée) pour être visible des piétons. Une même dalle peut comprendre des éléments actifs ayant tous la même direction d'éclairage. Alternativement, une même dalle peut comprendre au moins deux éléments actifs dont la direction d'éclairage est différente. La direction d'éclairage des éléments actifs dans la dalle peut notamment dépendre de leur position dans la dalle ou dans le motif formé par la dalle. Des éléments optiques tels que des diffuseurs, des réflecteurs, des prismes et/ou des lentilles peuvent être intégrés dans la dalle lumineuse entre le premier film de protection et les éléments actifs pour optimiser la perception lumineuse.

La couleur de la lumière émise par les éléments actifs peut être n'importe quelle couleur adaptée à l'usage. Dans un mode de réalisation, l'élément actif émet une lumière blanche. Dans un autre mode de réalisation, l'élément actif émet une lumière de couleur, par exemple une lumière de couleur choisie dans le groupe

constitué par la lumière jaune, la lumière bleue, la lumière rouge, et la lumière verte. Dans un mode de réalisation, l'élément actif émet une lumière de la même couleur que le marquage auquel elle est intégrée, et/ou de la même couleur que la couleur de la dalle. Dans un mode de réalisation, tous les éléments actifs de la dalle
5 émettent la même couleur. Dans un autre mode de réalisation, les éléments actifs d'une même dalle émettent des couleurs différentes.

La nature, la couleur, la forme et/ou la position relative des différents éléments actifs dans la dalle sont modulables et peuvent être adaptées en fonction d'un motif que l'on souhaite former lorsque tout ou partie des éléments actifs émettent de la
10 lumière.

Dans un mode de réalisation, au moins un élément actif de la dalle comprend un circuit imprimé (PCB) sur lequel est montée au moins une diode électroluminescente (LED). Lorsque les éléments actifs sont des LEDs montées sur un support PCB, le support PCB peut être de toute forme. Cette modalité permet
15 d'assembler les LEDs de façon personnalisée en termes notamment d'alignement des LEDs, d'espacement entre LEDs, et/ou d'orientation des LEDs. Le support PCB est de préférence sous forme d'un peigne comprenant une base et au moins deux doigts sensiblement parallèles. Une telle forme en peigne permet notamment de minimiser les pertes de matières lors de la fabrication du support PCB. En effet, le
20 support PCB peut être fabriqué en formant sur la même plaque deux peignes interdigités, ce qui minimise les pertes de matière. En outre, les peignes comportent avantageusement des plots (bornes plus et moins) au niveau des extrémités de chaque doigt, voire au niveau de chaque LED, afin de permettre d'une part une découpe de l'ensemble (PCB+LEDs) selon la forme et la taille désirées, jusqu'au
25 niveau de l'élément unitaire comprenant une LED seule sur son support PCB, et d'autre part le raccord des éléments actifs entre eux selon la forme et la taille désirées, notamment pour former un motif. Avantageusement, les doigts du peigne sont sécables entre chaque LED, ce qui permet un calepinage à façon. Par exemple, il peut s'agir d'un support circuit imprimé dont la forme d'usinage permet
30 une découpe simple, tel qu'un circuit imprimé sous forme de peigne, comprenant une base et au moins deux doigts sensiblement parallèles sur lesquels sont positionnés des éléments lumineux, notamment des LEDs. Avantageusement, chaque doigt du peigne comprend un alignement d'au moins deux éléments

lumineux dans le sens de la longueur du doigt et un seul élément lumineux dans le sens de la largeur du doigt avant découpe. La jonction entre deux tels éléments actifs peut se faire simplement en raccordant les bornes plus ou les bornes moins des supports des éléments actifs par tout raccord adapté, par exemple avec du
5 ruban de cuivre recouvert d'étain de 5 mm de large.

Les films formant l'empilement de couche de la dalle selon l'invention sont, indépendamment les uns des autres, avantageusement continus, en particulier le premier film de protection et/ou le second film de protection.

Le motif obtenu peut être un motif simple, tel qu'une ligne, un carré ou un rectangle
10 permettant notamment d'allumer une zone correspondant à un marquage routier, mais il peut également s'agir d'un motif plus complexe. Par exemple, des formes géométriques, panneaux, motifs, flèches directionnelles ou de rabattement, des zébras, des messages prédéfinis ou dynamiques peuvent être affichés. Le motif peut être obtenu soit avec une seule dalle selon l'invention, soit au moyen d'un
15 assemblage de plusieurs dalles lumineuses selon l'invention. Dans un mode de réalisation, le motif est obtenu avec un nombre de dalles compris entre 1 et 15 dalles, de préférence entre 1 et 10 dalles, en particulier entre 2 et 3 dalles. Les dimensions du motif sont soit définies dans les normes en vigueur, soit définies en fonction du cas d'usage. Une déformation telle qu'une anamorphose peut être
20 appliquée au motif pour que le motif soit visible des usagers, quelle que soit leur position et/ou leur vitesse.

La dalle selon l'invention peut être de toute forme. De préférence, la dalle selon l'invention présente une forme rectangulaire. De préférence, la largeur de la dalle est supérieure ou égale à 10 cm. De préférence, la longueur de la dalle est inférieure
25 ou égale à 2 m.

Un des avantages de l'invention est l'adaptation colorimétrique de la dalle à l'existant. En effet, la dalle utilisée comme élément de marquage routier doit apparaître, lorsque les éléments actifs sont allumés, dans la couleur souhaitée. Elle doit de plus, dans certaines configurations, présenter un rendu, lorsque les
30 éléments actifs sont éteints, conforme aux normes de marquage routier (selon par exemple la NF EN 1436). Ainsi, en cas de défaillance du système ou de son alimentation électrique, l'utilisateur de la route percevra un marquage au sol conforme. Dans d'autres configurations, lorsque les éléments actifs sont éteints, le rendu devra

a contrario être couleur chaussée, afin que l'utilisateur ne discerne pas la dalle de la chaussée environnante.

Ainsi, avantageusement, au moins un parmi le premier film de protection, le deuxième film de protection et le au moins un élément actif ou une partie de celui-ci est coloré. Dans le cas où l'élément actif est coloré, s'il s'agit d'un support PCB sur lequel sont montées des LEDs, le support PCB peut être de préférence coloré. La coloration peut par exemple être noire, c'est-à-dire couleur bitume, ou blanche, verte, bleue ou jaune, c'est-à-dire de la couleur d'un marquage routier, de sorte que la dalle s'intègre parfaitement dans le marquage lorsque les éléments actifs n'émettent pas de lumière. Dans le cas d'une utilisation au niveau d'une chaussée circulaire non contrainte par les réglementations en vigueur en France, la gamme de couleurs utilisable est plus large et peut comprendre toute nuance de couleur et/ou de texture souhaitée.

Dans un mode de réalisation, une formulation adaptée avec un choix judicieux de proportion de résine transparente et de peinture ou de pigments est utilisée comme premier matériau. Par exemple, la résine transparente du premier matériau peut comprendre une proportion de pigments comprise entre 0 et 50 %, mieux entre 0,2 et 10 %, et idéalement entre 0,3 et 5 % en masse par rapport à la masse totale de l'ensemble résine + pigments.

Dans un second mode de réalisation, une formulation adaptée avec un choix judicieux de proportion de résine et de peinture ou de pigments est utilisée comme cinquième matériau, et/ou au moins une partie des éléments actifs (support) est judicieusement colorée. Dans ce cas, le premier matériau peut être tel que décrit au paragraphe précédent, ou un matériau transparent.

Dans un troisième mode de réalisation, une couleur peut être obtenue par ajout d'une feuille de décor sous les éléments actifs.

La coloration des différentes parties de la dalle lumineuse peut notamment être obtenue par incorporation de peinture et/ou de pigments de la couleur adaptée, par exemple de pigments de TiO_2 pour une couleur blanche, dans un des composants desdites parties, par exemple dans la matrice desdites parties.

L'assemblage des éléments lumineux tels que les LEDs sur le support, PCB ou ruban notamment, est choisi pour optimiser l'architecture électrique, par exemple

pour permettre de monter en tension, notamment jusqu'à 12 volts, jusqu'à 24 volts ou même jusqu'à 60 volts, tout en respectant les normes électriques en vigueur, notamment la norme TBTS (Très Basse Tension de Sécurité). L'espacement entre LEDs est choisi en fonction des utilisations visées. Ainsi, il peut être choisi de façon

5 qu'un automobiliste perçoive une ligne homogène et pas un affichage matriciel. Dans ce but, dans la direction de roulement, la distance entre LEDs peut être inférieure à 30 cm, mieux inférieure à 15 cm, idéalement comprise entre 1 cm et 10 cm. Alternativement, si des rubans de LEDs sont utilisés, les rubans sont orientés dans la direction de roulement des véhicules, ce qui peut être avantageux

10 notamment dans le cas de marquages routiers comportant deux lignes parallèles.

La dalle selon l'invention est fine, ce qui permet son incorporation aisée à une chaussée existante. Par exemple, la dalle a une épaisseur comprise entre 1 mm et 10 mm, de préférence entre 3 mm et 5 mm.

Un second objet de l'invention est un procédé de fabrication d'une dalle lumineuse,

15 comprenant successivement :

- un premier film de protection, disposé en face avant du dispositif, en un premier matériau,
- un premier film encapsulant extérieur, en un deuxième matériau,
- un film encapsulant intérieur, en un troisième matériau,
- 20 - un deuxième film encapsulant extérieur, en un quatrième matériau,
- un deuxième film de protection, disposé en face arrière du dispositif, en un cinquième matériau,

l'un des films choisis parmi le premier film encapsulant extérieur, le film encapsulant intérieur et le deuxième film encapsulant extérieur enrobant au moins un élément

25 actif adapté pour émettre de la lumière,

chaque élément actif adapté pour émettre de la lumière comprenant au moins un élément lumineux sur un support permettant de l'alimenter,

le procédé comprenant les étapes suivantes :

- (a) la fourniture d'au moins un élément actif adapté pour émettre de la lumière
- 30 comprenant au moins un élément lumineux sur un support permettant de l'alimenter,

- (b) le positionnement du au moins un élément actif adapté pour émettre de la lumière sur un empilement comprenant le deuxième film de protection et le second film encapsulant extérieur,
- (c) la lamination du film d'encapsulant intérieur sur le au moins un élément actif de sorte à combler au moins en partie les espaces entre les éléments actifs par le matériau du film d'encapsulant intérieur, et à recouvrir au moins partiellement le au moins un élément actif avec le matériau du film d'encapsulant intérieur, et
- (d) la lamination sur le film d'encapsulant intérieur d'un empilement comprenant le premier film d'encapsulant extérieur et le premier film de protection.
- 10 Dans un mode de réalisation, le procédé de fabrication est un procédé de fabrication d'une dalle selon l'invention. Toutes les caractéristiques et modes de réalisation détaillés ci-dessus pour la dalle sont bien entendu applicables au procédé de fabrication selon l'invention.
- Avantageusement, le au moins un élément actif fourni à l'étape (a) est obtenu par découpe selon un motif désiré d'un support sécable sur lequel est monté au moins un élément lumineux. La découpe permet d'obtenir à façon des éléments actifs de toute taille et/ou de toute forme. La coupure peut être réalisée par toute technique adaptée connue de l'homme du métier, et peut se fait aussi bien le long de lignes droites que de lignes courbes.
- 20 Avantageusement, l'étape (b) du procédé de fabrication selon l'invention comprend la fixation d'au moins un élément actif au deuxième film de protection au travers du second film d'encapsulant extérieur. Cette fixation permet un positionnement meilleur des éléments actifs dans la dalle, ce qui est important pour que le motif final souhaité soit bien obtenu. Alternativement, les éléments actifs peuvent être
- 25 fixés au second film encapsulant extérieur. La fixation peut comprendre l'ajout d'une couche de fixation telle qu'une couche d'adhésif entre les éléments actifs et le second film d'encapsulant extérieur, ou par préformage de la surface du second film d'encapsulant avant positionnement des éléments actifs. Dans un troisième mode de réalisation, le maintien du positionnement des éléments actifs dans la dalle est
- 30 obtenue par le positionnement d'espaceurs entre les éléments actifs, notamment entre les doigts du « peigne » de PCB, et/ou en reliant lesdits éléments actifs deux

à deux, de préférence au niveau des pôles « plus » et « moins » d'alimentation électrique.

Un troisième objet de l'invention est l'utilisation pour la fabrication d'une dalle lumineuse d'un élément actif comprenant au moins un élément lumineux monté sur
5 un support permettant de l'alimenter, ledit support étant obtenu par découpe selon un motif désiré d'un support sécable. Avantageusement, le support sécable est un support circuit imprimé sécable. Par exemple, il peut s'agir d'un support circuit imprimé dont la forme d'usinage permet une découpe simple, tel qu'un circuit imprimé sous forme de peigne, comprenant une base et au moins deux doigts
10 sensiblement parallèles sur lesquels sont positionnés des éléments lumineux, notamment des LEDs. Avantageusement, chaque doigt du peigne comprend un alignement d'au moins deux éléments lumineux dans le sens de la longueur du doigt et un seul élément lumineux dans le sens de la largeur du doigt.

Un quatrième objet de l'invention est une chaussée circulaire fonctionnalisée,
15 comprenant une chaussée circulaire sur laquelle est fixée au moins une dalle lumineuse selon l'invention par l'intermédiaire d'une couche de fixation, le premier film de protection de la dalle lumineuse étant éventuellement recouvert par une couche de revêtement pour permettre le passage de piétons et/ou de véhicules, la couche de revêtement laissant passer tout ou partie de la lumière émise par la dalle
20 lumineuse et présentant une surface extérieure texturée. Dans le cas où le premier film de protection de la dalle lumineuse n'est pas recouvert par une couche de revêtement, ledit premier film de protection comprend de préférence des agents texturants apportant une certaine adhérence.

La couche de revêtement permet d'obtenir les propriétés d'adhérence désirées pour
25 la chaussée fonctionnalisée. Par exemple, elle peut permettre d'obtenir de bonnes propriétés d'adhérence pneu/chaussée, telles que celles définies par la norme NF EN 1436 notamment. La couche de revêtement peut également permettre d'obtenir les propriétés optiques, telles que des propriétés de luminance et/ou de rétro-réflexion désirées.

30 Ces propriétés optiques peuvent notamment être obtenues par une couche de revêtement comprenant un mélange de grains et/ou billes de verre et/ou de corindon, dans un dosage allant de 10 à 1000 g/m², mieux 50 à 500 g/m², idéalement 60 à 400 g/m². La granulométrie de ces éléments est sensiblement

comprise entre 0 mm et 3 mm, mieux entre 0,1 mm et 1,5 mm, idéalement entre 0,2 mm et 1 mm. En outre, la couche de revêtement peut comprendre des éléments améliorant la rétro réflexion, par exemple des billes d'un matériau transparent, dont l'indice optique est compris entre 1 et 2,5, mieux entre 1,1 et 2, idéalement entre 1,2 et 1,9. Le dosage de ces éléments peut aller de 10 à 1000 g/m², mieux 50 à 500 g/m², idéalement 60 à 400 g/m². La granulométrie de ces éléments est comprise entre 0 mm et 3 mm, mieux entre 0,1 mm et 1,5 mm, idéalement entre 0,2 mm et 1 mm.

Avantageusement, la dalle est fixée à la chaussée circulaire par au moins une couche de fixation, notamment une couche de colle. La colle peut être colorée, afin de contribuer à l'intégration colorimétrique de la dalle à l'existant comme décrit plus haut. Les nuances de couleurs utilisables et les techniques de coloration sont telles que décrites ci-avant pour les autres parties de la dalle susceptibles d'être colorées.

Un dernier objet de l'invention est un procédé pour fabriquer une chaussée circulaire fonctionnalisée comprenant les étapes suivantes :

- (a') fourniture d'une dalle lumineuse telle selon l'invention ou d'une dalle lumineuse obtenue par un procédé de fabrication selon l'invention,
- (b') fixation de la dalle lumineuse sur une chaussée circulaire, par l'intermédiaire d'une couche de fixation,
- (c') dépôt d'une couche de revêtement, sur le premier film de protection de la dalle lumineuse, pour permettre le passage de piétons et/ou de véhicules, la couche de revêtement laissant passer tout ou partie de la lumière émise par la dalle lumineuse et présentant une surface extérieure texturée.

Dans la présente invention, le terme « sensiblement » relatif à une valeur désigne un intervalle de plus ou moins 10% autour de ladite valeur, de préférence plus ou moins 5%, en particulier plus ou moins 1%.

Dans la présente invention, tout intervalle s'entend bornes exclues. Sauf précision contraire, le terme « supérieur », signifie « strictement supérieur », et le terme « inférieur » signifie « strictement inférieur ».

Dans la présente invention, le terme « comprendre » et ses variations s'entendent non limitativement, c'est-à-dire qu'ils n'excluent pas la présence d'autres

composants ou d'autres étapes. Dans des modes de réalisation particuliers, ce terme peut être interprété comme « être constitué essentiellement de » ou « être constitué de ».

- Bien entendu, diverses autres modifications peuvent être apportées à l'invention
- 5 dans le cadre des revendications annexées. Les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

Brève description des dessins

- 10 De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :

La figure 1 est une représentation générale d'une dalle lumineuse selon l'invention,

La figure 2 est un schéma d'une dalle lumineuse selon l'invention,

- 15 La figure 3 est un schéma d'une dalle lumineuse selon l'invention intégrée sur une chaussée existante,

La figure 4 est un schéma de différents modes d'éclairage qui peuvent être obtenus avec des dalles selon l'invention,

- La figure 5 est une dalle lumineuse selon l'invention non colorée intégrée dans une
- 20 chaussée,

La figure 6 est une dalle lumineuse selon l'invention colorée en blanc et intégrée dans une chaussée,

La figure 7 est un élément actif lumineux comprenant des LEDs et résistances organisées en parallèle sur un support PCB en forme de peigne,

- 25 La figure 8 est un schéma global montrant différents modes de connexion des PCBs entre eux,

La figure 9 est un schéma des connexions de la zone désignée par « Zoom 1 » sur la figure 7,

- La figure 10 est un schéma des connexions de la zone désignée par « Zoom 2 »
- 30 sur la figure 7,

La figure 11 est un schéma des connexions de la zone désignée par « Zoom 3 » sur la figure 7.

Il est à noter que sur ces figures les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.

5 Description des modes de réalisation

La dalle lumineuse 100 représentée sur la figure 1 est une représentation générale d'une dalle selon l'invention. Elle comprend l'empilement d'un premier film de protection 101, un premier film encapsulant extérieur 102, un film encapsulant intérieur 103 qui enrobe au moins un élément actif 104, un second film encapsulant
10 extérieur 105, et enfin un second film de protection 106.

La dalle lumineuse 100 représentée sur la figure 2 comprend l'empilement d'un premier film de protection 101 en un matériau préimprégné (pré preg) qui est un composite de fibres et de résine, tel qu'un composite de résine époxy et de fibres de verre, un premier film encapsulant extérieur 102 qui sert de barrière à l'humidité
15 pour protéger les éléments actifs, un film encapsulant intérieur 103 fait d'un matériau dit encapsulant mou, qui enrobe au moins un élément actif 104 comportant un support circuit imprimé (PCB) et une LED, un second film encapsulant extérieur 105 qui sert de barrière à l'humidité, et enfin un second film de protection 106 en un matériau préimprégné (pré preg) qui est un composite de fibres et de résine, tel
20 qu'un composite de résine époxy et de fibres de verre.

La figure 3 représente l'intégration d'une dalle lumineuse 100 dans une chaussée existante. La dalle lumineuse 100 est fixée à la chaussée 110 par l'intermédiaire d'une couche de résine de collage 109. La dalle lumineuse 100 est recouverte d'une couche de roulement 107 laissant passer tout ou partie de la lumière émise par la
25 dalle lumineuse 100 et présentant une surface extérieure texturée. La couche de roulement 107 permet notamment d'apporter l'adhérence nécessaire à la circulation sur la chaussée fonctionnalisée. Entre la dalle lumineuse 100 et la couche de roulement 107 est présente une couche interfaciale 108 permettant de compatibiliser au maximum la couche de roulement 107 et le premier film de
30 protection 101. La couche interfaciale 108 permet de promouvoir l'adhésion (primaire). Dans le mode de réalisation de la figure 3, la dalle lumineuse 100

comprend notamment un premier film de protection 101 (face avant), des éléments actifs lumineux 104 et un second film de protection 106 (face arrière).

La figure 4 représente trois différents modes d'éclairage qui peuvent être obtenus avec une dalle lumineuse selon l'invention. Ainsi, avec un pilotage adapté, les
5 éléments lumineux 104 de la dalle lumineuse peuvent émettre un éclairage dit normal, c'est-à-dire avec une direction principale des rayons de lumière normale à la surface de la chaussée 110, et une répartition homogène de part et d'autre de celle-ci (section A de la figure 4). Alternativement, les éléments lumineux peuvent émettre un éclairage dit tangentiel, c'est-à-dire avec une direction principale des
10 rayons de lumière qui forme un angle inférieur à 90° , en particulier inférieur à 45° , avec la surface de la chaussée 110 (section B de la figure 4). Un éclairage dit mixte peut être également obtenu en combinant des éléments lumineux 104 émettant un éclairage normal et des éléments lumineux 104 émettant un éclairage tangentiel (section C de la figure 4). Bien entendu, en fonction du pilotage, la direction
15 d'éclairage de chaque élément lumineux peut être adaptée à toute direction souhaitée.

La figure 5 et la figure 6 présentent des modes de réalisation dans lesquels la dalle lumineuse 100 est soit transparente (figure 5), soit colorée, par exemple blanche (figure 6). La dalle lumineuse 100 comprend un premier film protecteur (face avant)
20 101, des éléments actifs lumineux LEDs 104 et un second film protecteur (face arrière) 106. Le second film protecteur 106 peut être soit translucide, comme dans le mode de réalisation de la figure 5, soit coloré, en particulier blanc comme dans le mode de réalisation de la figure 6. La dalle lumineuse 100 est recouverte d'une couche de roulement texturée translucide 107, et fixée sur la chaussée 110 par
25 l'intermédiaire d'une colle 109. La couleur peut alternativement être conférée à la dalle par coloration d'autres éléments de la dalle lumineuse intégrée dans la chaussée, par exemple coloration du circuit PCB des éléments actifs 104, ou coloration de la colle 109.

La figure 7 présente le schéma électrique d'un élément actif 104 comprenant, sur
30 un support PCB, des LEDs reliées en parallèle entre elles. Le PCB a une forme de peigne optimale à la fois en termes d'optimisation des matériaux utilisés lors de sa fabrication, et en termes de versatilité de formes accessibles et de jonctions possibles. L'élément actif lumineux de la figure 7 comprend un peigne dont les

doigts ont tous la même longueur. Cependant, chacun des doigts du peigne peut être, dans l'esprit de l'invention, plus ou moins raccourci par simple découpe pour obtenir un motif désiré illuminé par l'élément actif. Le découpage peut être porté jusqu'au niveau de la LED unitaire sur son support si nécessaire. Le branchement
5 des LEDs en parallèle permet en effet leur indépendance. Chaque LED est couplée à une résistance.

La figure 8 est un schéma exemplifiant la connexion simplifiée de plusieurs éléments actifs lumineux comportant des supports PCB selon l'invention entre eux, les connexions pouvant aussi bien s'effectuer entre deux bases de PCB sous forme
10 de peigne, entre la base d'un PCB en forme de peigne et l'extrémité des doigts d'un autre PCB (zoom 1, aussi représenté en figure 9), entre les extrémités des doigts de deux PCB (zoom 2, aussi représenté en figure 10), ou entre les bases de deux PCB en forme de peigne, notamment perpendiculaires l'un à l'autre (zoom 3, aussi représenté en figure 11). Les raccords entre PCB peuvent être réalisés en utilisant
15 du ruban de cuivre recouvert d'étain, notamment du ruban de cuivre recouvert d'étain de 5 mm de large.