

(19)



(11)

EP 4 105 385 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.12.2022 Bulletin 2022/51

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E01C 5/06 (2006.01) **E01C 5/08** (2006.01)
E01B 3/40 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22179654.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E01C 5/065; E01B 3/40; E01C 5/08

(22) Date de dépôt: **17.06.2022**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Technys Rail**
18140 Sancergues (FR)

(72) Inventeur: **Ménagé, Florent**
18140 Sancergues (FR)

(74) Mandataire: **Nony**
11 rue Saint-Georges
75009 Paris (FR)

(30) Priorité: **18.06.2021 FR 2106473**

(54) **DALLE POUR LA CONSTRUCTION ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE TELLE DALLE**

(57) Dalle pour la construction et procédé de fabrication d'une telle dalle Dalle (1) pour la construction comportant :

- une première partie de dalle (2) réalisée en un premier béton,
- une deuxième partie de dalle (3) recouvrant au moins partiellement la première partie de dalle (2), la deuxième partie de dalle (3) étant réalisée en un deuxième béton,

différent du premier béton, la performance du premier béton étant plus haute que celle du deuxième béton,
- au moins un élément de liaison (4) reliant la première partie de dalle (2) et la deuxième partie de dalle (3), configuré et disposé de manière à reprendre un effort de cisaillement à l'interface entre la première partie de dalle (2) et la deuxième partie de dalle (3).

[Fig 3]

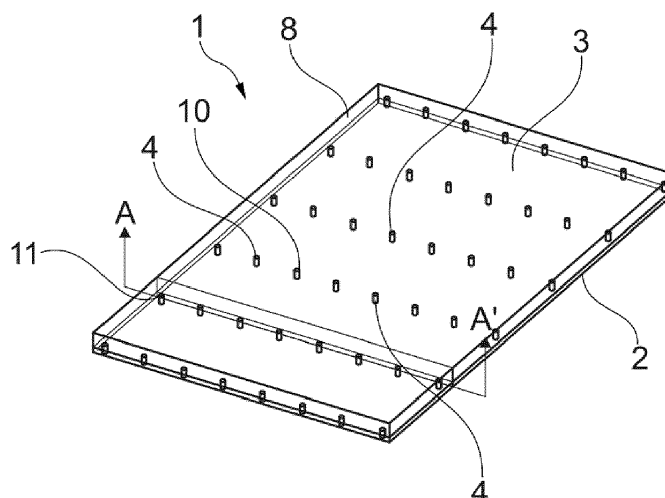


Fig. 3

EP 4 105 385 A1

Description**Domaine technique**

- 5 **[0001]** La présente invention concerne une dalle de chaussée, notamment ferroviaire, routière, portuaire ou aéroportuaire, ou d'ouvrage, en particulier du bâtiment ou de travaux publics, ainsi qu'un procédé de fabrication d'une telle dalle.

Technique antérieure

- 10 **[0002]** Dans le domaine de l'invention, c'est-à-dire le domaine de la construction, le problème du dimensionnement des dalles pour supporter les charges et contraintes exercées lorsqu'elles sont disposées sur leur site de destination se pose.

- [0003]** Les normes et codes pour le dimensionnement des éléments en béton ont été en partie conçus pour faciliter les calculs et éviter la réalisation de modélisations exactes, celles-ci n'étant pas rentables pour les structures ayant une grande variété d'éléments et de conditions de charge, notamment dans les bâtiments.

- 15 **[0004]** Dans le domaine des chaussées routières et ferroviaires, les normes en vigueur de dimensionnement des chaussées, telles que NF P 98 086, NF EN 16432 et Eurocode 2, régissent le dimensionnement des éléments, de telle sorte que les calculs sont simplifiés et les dessins obtenus sont sécuritaires. Cependant, lorsque des éléments tels que des dalles, incluant les poutres ou longrines, pour chaussées routières ou ferroviaires, sont dimensionnés à l'aide de ces normes, il est possible d'aboutir à des sections d'acier dites minimales, donc indépendantes des efforts appliqués. Quand l'effort appliqué est dimensionnant, les quantités d'acier sont rapidement significatives. Ces dimensionnements dits forfaitaires par application de formules issues d'une norme alourdissent les structures et consomment une grande quantité de béton et d'acier donc de dioxyde de carbone, ce qui est nuisible pour l'environnement et augmente les coûts.

- 20 **[0005]** Le même problème peut se poser dans une moindre mesure dans le domaine des ouvrages, notamment du bâtiment ou des travaux publics.

- 25 **[0006]** Il peut être ainsi souhaitable, au moins dans certains cas, d'optimiser ces dimensionnements en utilisant des matériaux nouveaux. Dans ce cas, les dimensionnements sont peu normés et il est alors nécessaire de réaliser des modèles plus complexes et plus fidèles.

- [0007]** Selon la théorie des poutres et l'hypothèse de calcul de Bernoulli, lorsque les dalles et poutres sont soumises à de la flexion, leur fibre supérieure est comprimée et leur fibre inférieure est tendue. On a illustré à la figure 1 un exemple des contraintes exercées dans une dalle D supportée, sur site de destination, en au moins deux points ou poutres inférieurs P, la dalle D travaillant ainsi en flexion. La compression est maximale en un point C au centre et sur une surface supérieure de la dalle D. Cette compression engendre une zone supérieure Z_1 de dalle au niveau de C qui est comprimée, tandis que la zone inférieure Z_2 de dalle située sous la zone inférieure Z_1 est au contraire tendue. Les deux paires de flèches illustrées respectivement dans les zones Z_1 et Z_2 illustrent ces contraintes.

- 35 **[0008]** On a représenté sur la figure 2 le diagramme de contraintes illustrant le niveau de contraintes σ en fonction du positionnement selon l'axe vertical Z dans la dalle D travaillant en flexion. Comme on peut le voir sur ce diagramme, la partie inférieure de la dalle D travaille en traction (σ est négatif) et la partie supérieure de la dalle D travaille en compression (σ est positif).

- 40 **[0009]** Etant donné que la résistance à la traction du béton conventionnel est très faible, il est nécessaire d'ajouter des éléments, le plus souvent des barres d'acier longitudinales, qui reprennent les efforts de traction et qui permettent de maintenir la stabilité de l'ouvrage en évitant notamment la fissuration préjudiciable de celui-ci.

- [0010]** On connaît par ailleurs les prédalles collaboratives, utilisées dans le domaine du bâtiment, qui ont deux fonctions. D'une part, ces prédalles servent de coffrage pour le béton coulé en place avec lequel elles forment une dalle monolithique. D'autre part, elles comportent l'armature inférieure de la dalle. Les prédalles sont ainsi préfabriquées en béton armé, précontraint ou avec raidisseurs. Ces prédalles sont dimensionnées selon les normes de type Eurocode et le béton utilisé pour leur fabrication est de type conventionnel. De telles prédalles sont généralement épaisses. Par conséquent, l'utilisation de ces prédalles collaboratives est très peu répandue sur les voies ferrées et les chaussées routières, l'intérêt de celles-ci par rapport aux dalles présentées plus haut étant limité.

- 50 **[0011]** Il existe ainsi un besoin pour bénéficier d'une dalle, de préférence pour les chaussées routières ou ferroviaires, mais également pour des ouvrages, notamment du bâtiment ou des travaux publics, ayant une résistance en flexion élevée, présentant une faible épaisseur et ayant un coût acceptable économiquement, qui ne soit pas contrainte par les dimensionnements des normes et donc inutilement alourdie en ferrailage, avec une bonne cohésion interne.

Exposé de l'invention

- [0012]** L'invention répond à tout ou partie de ce besoin et elle y parvient grâce à une dalle pour la construction de préférence de chaussée, notamment ferroviaire, routière, portuaire ou aéroportuaire, ou éventuellement d'ouvrage, en

particulier du bâtiment ou de travaux publics, la dalle comportant :

- une première partie de dalle réalisée en un premier béton,
- une deuxième partie de dalle recouvrant au moins partiellement la première partie de dalle, la deuxième partie de dalle étant réalisée en un deuxième béton, différent du premier béton, la performance du premier béton étant plus haute que celle du deuxième béton,
- au moins un élément de liaison reliant la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle, configuré et disposé de manière à reprendre un effort de cisaillement à l'interface entre la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle.

[0013] Grâce à l'invention, on bénéficie d'une dalle en béton de bonne performance, notamment pour un travail en flexion, tout en n'ayant qu'une partie de la dalle qui est réalisée en un béton plus performant que le reste de la dalle. L'utilisation dudit au moins un élément de liaison permet d'assurer le collage mécanique entre la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle à l'interface entre les deux parties de la dalle. Ce collage permet un transfert pertinent des charges entre les deux parties de dalle par résistance au cisaillement à l'interface pour faire bénéficier l'ensemble de la dalle hybride d'une performance accrue. Grâce à l'invention, on peut ainsi obtenir une dalle en béton hybride de haute performance, avec une empreinte carbone réduite.

[0014] La deuxième partie de dalle est de préférence disposée au-dessus de la première partie de dalle, dans la position finale sur site de la dalle. Dans ce cas, la première partie de dalle présente une surface supérieure recouverte au moins en partie par la deuxième partie de dalle. La surface inférieure de la deuxième partie de dalle est alors au moins en partie en contact, notamment direct ou indirect, avec la surface supérieure de la première partie de dalle. L'interface entre la première et la deuxième parties de dalle est constituée au niveau de la surface supérieure de la première partie de dalle et de la surface inférieure de la deuxième partie de dalle. Ledit au moins un élément de liaison se trouve au niveau de cette interface, étant, selon les modes de réalisation, présent uniquement à l'interface ou présent à l'interface et s'étendant à l'intérieur des première et deuxième parties de dalle.

[0015] Par « dalle », il faut comprendre une pièce de construction, notamment de chaussée ou éventuellement d'ouvrage, de forme générale rectangulaire, carrée, circulaire ou autre forme notamment plus complexe, qu'elle soit à peu près aussi large que longue ou bien longue et étroite à la manière d'une poutre, d'une traverse ou d'une longrine. Une telle dalle peut être prévue pour supporter des rails ou autres éléments de chaussée ou de construction.

[0016] La deuxième partie de dalle peut recouvrir partiellement la première partie de dalle, dans une ou plusieurs zones de recouvrement, raccordées ou non entre elles. Dans ce cas, la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle ne présentent pas la même forme ni les mêmes dimensions, la première partie de dalle ayant une superficie supérieure à celle de la deuxième partie de dalle. En variante, la deuxième partie de dalle recouvre entièrement la première partie de dalle.

[0017] La première partie de dalle présente par exemple une forme globale rectangulaire, une forme de U, en forme de H, une forme rectangulaire évidée dans une portion centrale ou autre forme convenant pour une dalle.

[0018] Par « la performance du premier béton étant plus haute que celle du deuxième béton », on entend que la classe de résistance du premier béton est plus élevée que la classe de résistance du deuxième béton.

[0019] Le premier béton est de préférence un béton fibré non armé.

[0020] Par « béton fibré », on entend un béton contenant une pluralité de fibres telles que des fibres métalliques, des fibres synthétiques, des fibres structurelles ou des fibres de micro-fissuration qui sont distribuées de manière homogène avec une orientation préférentielle ou aléatoire.

[0021] Par « non armé », il faut comprendre que le béton ne comporte pas d'armature métallique longitudinale de type acier haute adhérence.

[0022] Le premier béton est de préférence à haute performance ou ultra-performant.

[0023] La performance du premier béton est avantageusement de type haute performance, avec :

- une résistance en traction par flexion f_{t1} élevée comprise entre 3MPa et 25 MPa, mieux entre 6MPa et 15MPa, par exemple égale à 6 MPa. ; et/ou
- une résistance à la compression f_{c1} élevée comprise entre 35 MPa et 160MPa, mieux entre 50 MPa et 160 MPa, par exemple égale à 60MPa ; et/ou
- le module d'Young moyen E_{cm1} (appellation Eurocode, règles de dimensionnement pour le béton armé) compris entre 25 et 70 GPa, mieux entre 30 GPa et 70GPa, par exemple égal à 32 GPa.

[0024] Il est à noter que la résistance en traction par flexion des bétons fibrés est faussée par la présence de fibres. L'essai de résistance en traction est réalisé sur le béton sans les fibres.

[0025] Le deuxième béton est avantageusement un béton standard non armé et non fibré, par exemple un béton de remplissage. Il est cependant possible que le deuxième béton comporte des fibres de microfissuration.

[0026] Par «béton standard », on entend un béton qui n'a pas des performances particulièrement hautes.

[0027] La performance du deuxième béton est par exemple de type faible performance, avec :

- une résistance en traction par flexion f_{t2} faible comprise entre 1MPa et 5MPa, mieux entre 2MPa et 5MPa, par exemple égale à 2MPa, et/ou
- une résistance à la compression f_{c2} élevée comprise entre 20 MPa et 70 MPa, mieux entre 25 et 70MPa, par exemple égale à 25MPa et/ou
- le module d'Young moyen E_{cm2} (appellation Eurocode, règles de dimensionnement pour le béton armé) compris entre 20 GPa et 40GPa, mieux entre 30 GPa et 40GPa, par exemple égal à 30GPa.

[0028] Les première et deuxième parties de dalle et ledit au moins un élément de liaison sont de préférence dépourvus d'armature métallique. Ainsi, la dalle est non armée, étant totalement dépourvue d'armature métallique. Cela permet de réduire les coûts et dimensions de la dalle par rapport à celle de l'art antérieur dimensionnée selon les normes en vigueur.

[0029] Au moins la première partie de dalle peut être préfabriquée sur un lieu de fabrication distinct du site de destination. Cela permet de contrôler sa qualité et de garantir des performances élevées.

[0030] Ledit au moins un élément de liaison permet de reprendre un effort de cisaillement à l'interface entre la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle.

[0031] Dans un mode de réalisation, ledit au moins un élément de liaison est rapporté et fixé dans la première partie de dalle, notamment sur le site de fabrication de la première partie de dalle.

[0032] La deuxième partie de dalle peut être coulée sur le site de destination de la dalle, étant alors coulée sur et autour dudit au moins un élément de liaison. En variante, la deuxième partie de dalle est également préfabriquée, étant réalisée, notamment par coulage du deuxième béton sur la première partie de dalle munie dudit au moins un élément de liaison, sur le site de fabrication de la première partie de dalle.

[0033] Ledit au moins un élément de liaison peut comporter une pluralité de connecteurs, de préférence non reliés entre eux autrement que par l'intermédiaire des première et deuxième parties de dalle. De tels connecteurs comportent de préférence un métal, notamment un acier, le métal pouvant être revêtu au moins partiellement d'un matériau polymère.

[0034] Les connecteurs sont par exemple choisis dans le groupe constitué par les connecteurs sous forme de tiges verticales, par exemple de goujons, ou recourbées à leur(s) extrémité(s), les connecteurs sous forme de tiges à tête(s) soudée(s), les connecteurs formés d'un assemblage boulonné, notamment comportant au moins un boulon et un écrou, les connecteurs en forme de U, les connecteurs en forme de U à extrémités recourbées et les autres formes et types de connecteurs qui conviennent. Les connecteurs peuvent être choisis parmi ceux de la gamme Stabox® commercialisée par la société Max Frank.

[0035] De préférence, l'ensemble des connecteurs pour une même dalle sont de même type.

[0036] Les connecteurs peuvent être disposés à équidistance les uns des autres au sein de la dalle. En variante, les connecteurs sont disposés par groupes ou par rangées afin d'optimiser le dimensionnement. Dans ce cas, les connecteurs sont de préférence positionnés dans les zones où les efforts de cisaillement sont maximaux.

[0037] Les connecteurs peuvent être noyés dans la dalle, n'étant pas visibles du côté de la surface supérieure de la dalle, notamment formée par la surface supérieure de la deuxième partie de dalle, ni du côté de la surface inférieure de la dalle, notamment formée par la surface inférieure de la première partie de dalle. En variante, les connecteurs font saillie du côté de la surface supérieure de la dalle et/ou du côté de la surface inférieure de la dalle.

[0038] De tels connecteurs peuvent présenter un module d'Young E_s égal à 200GPa (acier de construction standard) et une résistance à la traction f égale à 500 MPa (acier de construction standard). Cependant, il est possible d'utiliser des aciers avec des résistances bien plus élevées, par exemple avec une résistance à la traction f comprise entre 500 MPa et 1300 MPa.

[0039] Dans le mode de réalisation où ledit au moins un élément de liaison comporte une pluralité de connecteurs, les première et deuxième parties de dalle sont directement en contact l'une de l'autre au niveau de l'interface, hormis bien entendu là où les connecteurs sont présents.

[0040] Dans un autre mode de réalisation, ledit au moins un élément de liaison comporte une composition adhésive, telle qu'un bitume, disposée à l'interface entre la première partie de dalle et la deuxième partie de dalle. Une telle composition adhésive peut être déposée sur la première partie de dalle avant dépose, notamment coulage, de la deuxième partie de dalle. Elle peut être présente uniquement sur la ou les zones de recouvrement de la première partie de dalle par la deuxième partie de dalle lorsque cette dernière ne recouvre que partiellement la première partie de dalle. En variante, elle est présente sur toute la surface supérieure de la première partie de dalle, que la deuxième partie de dalle recouvre partiellement ou totalement la première partie de dalle.

[0041] Dans ce cas, la première et la deuxième parties de dalle sont en contact indirect entre elles, au moins dans les zones où la composition adhésive est présente, étant séparées l'une de l'autre au niveau de l'interface par la composition adhésive.

[0042] Dans un autre mode de réalisation, ledit au moins un élément de liaison comporte au moins un relief, notamment une pluralité de reliefs, formé(s) à la surface de la première partie de dalle qui est destinée à être en contact avec la deuxième partie de dalle, notamment à la surface supérieure de la première partie de dalle. Dans ce cas, la deuxième partie de dalle présente avantageusement, sur la ou les zones de recouvrement, une surface, notamment inférieure, présentant au moins un relief complémentaire à celui de la surface de la première partie de dalle. Un tel relief complémentaire peut être formé par coulage de la deuxième partie de dalle sur le relief de la première partie de dalle.

[0043] Dans ce mode de réalisation où ledit au moins un élément de liaison comporte au moins un relief, les première et deuxième parties de dalle sont directement en contact l'une de l'autre au niveau de l'interface.

[0044] Il est possible, dans d'autres variantes de réalisation, de combiner différents types d'éléments de liaison, ceux-ci étant formés par exemple d'une pluralité de connecteurs et d'une composition adhésive, ou d'une pluralité de connecteurs et d'au moins un relief, ou encore d'une composition adhésive et d'au moins un relief, voire d'une pluralité de connecteurs, d'une composition adhésive et d'au moins un relief.

[0045] La première partie de dalle peut s'étendre sur une hauteur inférieure à la moitié de la hauteur totale de la dalle, de préférence sur une hauteur comprise entre 10% et 50% de la hauteur totale de la dalle, notamment égale à environ 25% de la hauteur totale de la dalle. Cela signifie notamment que la deuxième partie de dalle présente une hauteur de préférence supérieure à la hauteur de la première partie de dalle. Cela permet de minimiser les coûts de la dalle tout en maximisant les performances de celle-ci.

[0046] La hauteur de la première partie de dalle est par exemple comprise entre 4 et 10 cm, par exemple égale à 7 cm et la hauteur de la deuxième partie de dalle est par exemple comprise entre 10 et 30 cm, par exemple égale à 13 cm. La hauteur totale de la dalle peut être comprise entre 14 cm et 40 cm environ, étant par exemple égale à 20 cm.

[0047] La première partie de dalle peut comporter, sur sa surface destinée à être en contact, notamment direct ou indirect, avec la deuxième partie de dalle, notamment sur sa surface supérieure, au moins une réserve formant un relief en creux pour pouvoir recevoir un réseau sec ou humide. La ou les réserves ne sera(ont) alors pas en contact avec la deuxième partie de dalle, et ce indépendamment dudit au moins un élément de liaison.

[0048] La deuxième partie de dalle peut présenter, sur sa surface supérieure, une réservation pour la fixation de rails, la présence de selles avec ancrages, de traverses noyées, ou autres. La deuxième partie de dalle peut être la partie « sur-mesure » de la dalle. La deuxième partie a une forme qui permet d'épouser par exemple la forme de la traverse ou de la selle avec son ancrage. L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, en combinaison avec ce qui précède, un procédé de fabrication d'une dalle telle que définie plus haut, comportant les étapes suivantes :

(a) Etape a : réaliser la première partie de dalle avec le premier béton sur un site de fabrication distinct du site de destination de la dalle,

(b) Etape b : inclure, lors de l'étape a, ledit au moins un élément de liaison dans la première partie de dalle ou rapporter ledit au moins un élément de liaison sur la première partie de dalle,

(c) Etape c : réaliser la deuxième partie de dalle en coulant le deuxième béton sur la première partie de dalle, de manière à recouvrir au moins partiellement celle-ci et ledit au moins un élément de liaison et à former la dalle.

[0049] La deuxième partie de dalle peut être réalisée sur le site de fabrication de la première partie de dalle. Dans ce cas, le procédé peut comporter une étape ultime de transport de la dalle vers le site de destination et de mise en place de la dalle sur ce site de destination.

[0050] En variante, la deuxième partie de dalle est réalisée sur le site de destination de la dalle, lorsque la première partie de dalle est en place dans ce site de destination. Dans ce cas, le procédé comporte une étape consistant à transporter la première partie de dalle, le cas échéant avec ledit au moins un élément de liaison, vers le site de destination de la dalle.

[0051] Lorsque ledit au moins un élément de liaison est une composition adhésive, notamment un bitume, on peut rapporter cette composition adhésive sur la première partie de dalle une fois cette dernière en place sur le site de destination.

[0052] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, en combinaison avec ce qui précède, un procédé de conception d'une dalle telle que définie plus haut, comportant les étapes suivantes :

- définir le module d'Young équivalent de la dalle,
- définir les dimensions dudit au moins un élément de liaison, notamment des connecteurs, en se basant sur les normes, notamment l'Eurocode,
- définir un dimensionnement alternatif à celui des normes, en s'appuyant par exemple sur le critère de résistance de l'acier du connecteur, lorsque ledit au moins un élément de liaison comporte au moins un connecteur, et du comportement du béton fibré, lorsque le premier béton est un béton fibré.

[0053] Le module d'Young équivalent de la dalle peut être déterminé à partir d'une moyenne arithmétique pondérée

des épaisseurs. En variante, le module d'Young peut être déterminé à l'aide d'une formule permettant d'obtenir une plage de valeurs avec un module d'Young minimum et un module d'Young maximum.

[0054] Le dimensionnement dudit au moins un élément de liaison, notamment des connecteurs, est réalisé de manière à joindre les deux parties de dalle et permettre le fonctionnement de la dalle formée par les deux parties de dalle comme un seul élément.

[0055] Lorsque les connecteurs sont réalisés en acier, ils sont de préférence dimensionnés pour supporter principalement les efforts de cisaillement. Les dimensions peuvent être obtenues par modélisation exacte et calibrées par un dimensionnement selon les normes, notamment l'Eurocode. Ils peuvent ensuite être confirmés par la modélisation des aciers en poutre d'Euler Bernoulli.

[0056] Dans la dernière étape du procédé, on cherche à optimiser l'espacement entre les connecteurs, de manière à réduire le ferrailage excédentaire. Cela peut permettre d'optimiser la forme des connecteurs et permettre l'obtention d'une géométrie plus performante que celle proposée par les normes, notamment par l'Eurocode.

[0057] Après avoir mis en œuvre le procédé de conception, on peut mettre en œuvre le procédé de fabrication de la dalle tel que défini plus haut et obtenir la dalle telle que définie plus haut. Le procédé de conception peut ainsi former un ensemble d'étapes préalables présentes dans le procédé de fabrication de la dalle.

Brève description des dessins

[0058]

[Fig 1] la figure 1 représente de manière schématique et en coupe transversale une dalle dans laquelle sont représentées les contraintes mécaniques exercées,

[Fig 2] la figure 2 représente un graphique des contraintes en fonction de la hauteur dans la dalle de la figure 1,

[Fig 3] la figure 3 représente de manière schématique et en perspective, en transparence, un exemple de dalle conforme à l'invention,

[Fig 4] la figure 4 représente de manière schématique et en coupe transversale selon A-A' la dalle de la figure 3,

[Fig 5] la figure 5 représente un graphique des contraintes en fonction de la hauteur dans la dalle,

[Fig 6] la figure 6 représente un graphique des contraintes en fonction de la hauteur dans la dalle,

[Fig 7] la figure 7 représente de manière schématique et isolée un exemple de connecteur pouvant servir d'élément de liaison dans une dalle selon l'invention,

[Fig 8] la figure 8 représente de manière schématique et isolée un exemple de connecteur pouvant servir d'élément de liaison dans une dalle selon l'invention,

[Fig 9] la figure 9 représente de manière schématique et isolée un exemple de connecteur pouvant servir d'élément de liaison dans une dalle selon l'invention,

[Fig 10] la figure 10 représente de manière schématique et isolée un exemple de connecteur pouvant servir d'élément de liaison dans une dalle selon l'invention,

[Fig 11] la figure 11 représente de manière schématique et en coupe transversale un autre exemple de dalle selon l'invention,

[Fig 12] la figure 12 représente de manière schématique et en coupe transversale un autre exemple de dalle selon l'invention,

[Fig 13] la figure 13 représente de manière schématique et en coupe transversale un autre exemple de dalle selon l'invention,

[Fig 14] la figure 14 représente en vue de dessus, de manière schématique, la dalle de la figure 13,

[Fig 15] la figure 15 représente en vue de dessus, de manière schématique, un autre exemple de dalle,

[Fig 16] la figure 16 représente en vue de dessus, de manière schématique, un autre exemple de dalle,

[Fig 17] la figure 17 représente en vue de dessus, de manière schématique, un autre exemple de dalle,

[Fig 18] la figure 18 représente en vue de côté, de manière schématique, la dalle de la figure 17,

[Fig 19] la figure 19 représente en coupe transversale, de manière schématique, un autre exemple de dalle selon l'invention,

[Fig 20] la figure 20 est un schéma bloc illustrant différentes étapes du procédé de fabrication d'une dalle selon l'invention,

[Fig 21] la figure 21 est un schéma bloc illustrant différentes étapes du procédé de conception d'une dalle selon l'invention.

Description détaillée

[0059] On a illustré sur les figures 3 et 4 un exemple de dalle 1 conforme à l'invention. Une telle dalle peut être une dalle de chaussée, notamment pour chaussée ferroviaire, routière, portuaire ou aéroportuaire. Elle peut en variante

constituer une dalle d'ouvrage en particulier du bâtiment ou de travaux publics.

[0060] La dalle 1 présente une forme générale rectangulaire, d'une hauteur totale H égale à 20 cm, mesurée selon l'axe vertical Z . La dalle 1 comporte une première partie de dalle 2 réalisée en un premier béton. La dalle 1 comporte une deuxième partie de dalle 3 recouvrant au moins partiellement, dans cet exemple totalement, la première partie de dalle 2, la deuxième partie de dalle 3 étant réalisée en un deuxième béton, différent du premier béton, la performance du premier béton étant plus haute que celle du deuxième béton. La première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3, de même que leur interface, s'étendent dans des plans perpendiculaires à l'axe vertical Z . Ainsi, la dalle 1 s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe vertical Z .

[0061] La dalle 1 comporte encore au moins un élément de liaison, dans cet exemple une pluralité d'éléments de liaison, reliant la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3. Le ou les éléments de liaison est/sont configuré(s) et disposé(s) de manière à reprendre un effort de cisaillement à l'interface entre la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3.

[0062] Dans cet exemple, la première partie de dalle 2 présente une hauteur h_1 de 5 cm tandis que la deuxième partie de dalle 3 présente une hauteur h_2 de 15 cm.

[0063] Comme visible sur les figures 3 et 4, la deuxième partie de dalle 3 est disposée au-dessus de la première partie de dalle 2, au moins dans la position finale sur site de la dalle 1.

[0064] Toujours dans cet exemple, la surface supérieure 5 de la première partie de dalle 2 est en contact, dans cet exemple direct, avec la surface inférieure 6 de la deuxième partie de dalle 3, hormis bien entendu dans les zones occupées par les éléments de liaison 4.

[0065] Les éléments de liaison 4 sont formés dans cet exemple par une pluralité de connecteurs 10 comportant chacun une tige rectiligne, réalisée dans cet exemple en métal, notamment en acier, disposée verticalement parallèlement à l'axe Z au sein de la dalle 1. Les connecteurs 10 sont tous de même type dans cet exemple.

[0066] On ne sort pas du cadre de l'invention si les connecteurs 10 comportent un goujon métallique enveloppé d'un matériau polymère.

[0067] Les connecteurs 10 sont totalement noyés dans la dalle 1, c'est-à-dire ne faisant saillie ni sous la surface inférieure 7 de la première partie de dalle 2 ni au-dessus de la surface supérieure 8 de la deuxième partie de dalle 3, comme visible sur la figure 2. Les connecteurs 10 sont disposés en rangées 11, à équidistance au sein d'une rangée 11, les rangées 11 étant également à équidistance entre elles. Une rangée 11 de connecteurs 10 est représentée sur la figure 3. Les connecteurs 10 ne sont pas reliés entre eux autrement que par la première et la deuxième parties de dalle 2 et 3.

[0068] Les connecteurs 10 présentent dans cet exemple un module d'Young E_s égal à 200 GPa et une résistance à la traction f égale à 500 MPa. Dans cet exemple, les connecteurs mesurent 13 cm de longueur.

[0069] Le premier béton en constituant la première partie de dalle 2 est dans cet exemple un béton fibré non armé, les fibres présentes dans le béton étant des fibres métalliques structurales, par exemple les fibres connues sous le nom Dramix® 3D commercialisées par la société BEKAERT, présentant une longueur comprise entre 20 mm et 70 mm, dispersées au sein du béton.

[0070] Aucune matière métallique structurale, hors éléments de liaison 4 et les fibres métalliques, n'est présente dans la dalle 1, ni dans la première partie de dalle 2, ni dans la deuxième partie de dalle 3.

[0071] La performance du premier béton dans cet exemple est de type haute performance, avec :

- une résistance en traction par flexion f_{t1} élevée égale à 6 MPa (mesurée sur béton dépourvu de fibres) ;
- une résistance à la compression f_{c1} élevée égale à 60MPa ;
- le module d'Young moyen E_{cm1} égal à 32 GPa.

[0072] Le deuxième béton est de type béton conventionnel, non ferrailé.

[0073] La performance du deuxième béton est dans cet exemple de type faible performance, avec :

- une résistance en traction par flexion f_{t2} faible égale à 2MPa ;
- une résistance à la compression f_{c2} élevée égale à 25MPa ;
- le module d'Young moyen E_{cm2} égal à 30GPa.

[0074] Dans l'exemple illustré, la hauteur h_1 de la première partie de dalle 2, qui mesure 5 cm, correspond à 25% de la hauteur totale H , égale à 20 cm, de la dalle 1, la hauteur h_2 , qui est de 15 cm, de la deuxième partie de dalle 3 formant 75% de la hauteur totale H .

[0075] On a représenté sur la figure 5 la distribution des déformations ε en fonction de la hauteur selon l'axe vertical Z dans la dalle 1 soumise à flexion.

[0076] On a représenté sur la figure 6 la distribution des contraintes σ en fonction de la hauteur selon l'axe vertical Z dans la dalle 1 soumise à flexion.

[0077] La différence de module d'Young dans les deux parties de dalle 2 et 3 crée une discontinuité de la distribution des contraintes dans l'épaisseur de la dalle 1, comme visible sur la figure 6. Sous l'hypothèse de déformations dans le domaine élastique, la loi de Hooke permet d'exprimer les contraintes de manière proportionnelle à la déformation engendrée, dont le coefficient de proportionnalité est le module d'Young ou module élastique $\sigma = E \times \varepsilon$.

[0078] Selon la théorie des poutres et les hypothèses fondamentales de calcul, la section transversale de la dalle 1 reste plane dans la déformation. Par ailleurs, dans le cas particulier de la dalle 1, il n'y a pas de discontinuité dans la déformation à l'interface entre les deux couches, celles-ci étant considérées collées, effet obtenu grâce à la présence des éléments de liaison 4.

[0079] Par conséquent, au niveau de l'interface entre la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3, la déformation est continue même si le module d'Young varie, ce qui génère une discontinuité de la contrainte dans la première partie de dalle 2 car le module de Young est plus élevé, et diminue la contrainte dans la deuxième partie de dalle 3 car le module élastique est plus faible, comme on peut le voir sur la figure 6.

[0080] On ne sort pas du cadre de l'invention si les connecteurs 10 présentent une forme différente.

[0081] On a représenté sur la figure 7 une forme de U pour chaque connecteur 10. Dans ce cas, la partie centrale du U est noyée dans la première partie de dalle 2 tandis que les branches du U sont noyées dans la deuxième partie de dalle 3, au moins partiellement.

[0082] La figure 8 illustre la possibilité de réaliser le connecteur 10 en forme de C avec aux extrémités des crochets 12 et 13 reliés par une partie sensiblement verticale 14, centrale. Le crochet 12 forme l'extrémité inférieure du connecteur 10 et est destiné à s'étendre dans la première partie de dalle 2. Le deuxième crochet 13 forme l'extrémité supérieure du connecteur 10 et est destiné à s'étendre dans la deuxième partie de dalle 3. La présence du crochet 13 peut être utile pour manipuler la dalle 1 en cours de fabrication, dans le cadre du transport d'un site de fabrication de la première partie de dalle 2 avec insertion des connecteurs 10 jusqu'à un site de destination par exemple.

[0083] On ne sort pas du cadre de l'invention si le connecteur 10 comporte uniquement la partie verticale 14 et un seul des deux crochets 12 et 13.

[0084] Dans l'exemple illustré sur la figure 9, le connecteur 10 présente une forme de U comme dans l'exemple de la figure 7, avec, à chaque extrémité libre du U, une forme de crochet 15. Cette forme de crochet favorise la manutention comme dans l'exemple de la figure 8.

[0085] Sur la figure 10, le connecteur 10 comporte une tige verticale 16 ainsi qu'une tête soudée 17 disposée à chaque extrémité de la tige verticale 16 et s'étendant transversalement à celle-ci, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe Z une fois positionnée au sein de la dalle 1.

[0086] On ne sort pas du cadre de l'invention si le connecteur 10 comporte uniquement une tête 17 à une extrémité supérieure ou inférieure de la tige verticale 16 et non deux comme dans l'exemple illustré. Une telle tête 17 ou de telles têtes 17 peu(ven)t être utile(s) pour le soulèvement de la première partie de dalle 2 lors de son transport.

[0087] Dans l'exemple illustré sur la figure 11, les connecteurs 10 comportent chacun un assemblage boulonné formé par un boulon 18 qui s'étend depuis la surface inférieure 7 de la première partie de dalle 2 et fait saillie au-dessus de la surface supérieure 8 de la deuxième partie de dalle 3, comme visible, et par un écrou 19 positionné sur chaque boulon 18 au-dessus de la surface supérieure 8 de la deuxième partie de dalle 3.

[0088] On a représenté sur la figure 12 un mode de réalisation de la dalle 1 dans lequel l'élément de liaison 4 comporte une composition adhésive 20, dans l'exemple illustré formée d'un bitume, disposée à l'interface entre la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3. Cette composition adhésive 20 a été déposée sur la première partie de dalle 2 avant coulage de la deuxième partie de dalle 3.

[0089] Dans ce cas, la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de dalle 3 sont en contact indirect entre elles, dans la zone où la composition adhésive 20 est présente, étant séparées l'une de l'autre au niveau de l'interface par la composition adhésive 20.

[0090] Un autre mode de réalisation a été illustré sur les figures 13 et 14, dans lequel l'élément de liaison 4 comporte au moins un relief 21, dans cet exemple une pluralité de reliefs 21 formés à la surface supérieure 5 de la première partie de dalle 2 qui est destinée à être en contact avec la surface inférieure 6 de la deuxième partie de dalle 3. La deuxième partie de dalle 3 comporte des reliefs complémentaires 22, comme visible. Dans l'exemple illustré, les reliefs 21 et 22 forment des vagues, s'étendant chacun, comme visible sur la figure 14, sur toute la largeur (ou longueur) de la première partie de dalle 2.

[0091] On ne sort pas du cadre de l'invention si la forme des reliefs 21 et 22 est différente et s'étend sur une zone restreinte, comme dans l'exemple illustré sur la figure 15 où chaque relief 21 forme un plot, les plots étant dans cet exemple agencés, à distance les uns des autres, sous forme de grille avec des colonnes et des rangées.

[0092] La forme globale de la dalle 1 peut être rectangulaire avec une largeur et une longueur de même ordre comme dans l'exemple des figures 2 et 3 ou encore 14 et 15.

[0093] En variante, la dalle 1 peut former une poutre ou longrine, avec une largeur bien inférieure à la longueur. Un tel exemple est illustré sur la figure 16.

[0094] Dans l'exemple des figures 2 et 3, le recouvrement entre la première partie de dalle 2 et la deuxième partie de

dalle 3 est total.

[0095] On ne sort cependant pas du cadre de l'invention si la deuxième couche de dalle 3 recouvre seulement partiellement la première couche de dalle 2 comme c'est le cas dans le mode de réalisation illustré sur les figures 17 et 18. Dans cet exemple, la première partie de dalle 2 forme un rectangle évidé en son centre d'une partie évidée 23, sensiblement carrée dans cet exemple, et la deuxième partie de dalle 3 comporte deux portions 3a et 3b recouvrant deux côtés de la première partie de dalle 2 et non pas la partie évidée 23 ni la totalité des deux autres côtés de la première partie de dalle 2.

[0096] La première partie de dalle 2 peut, comme dans le mode de réalisation illustré sur la figure 19, comporter sur sa surface supérieure 5 au moins une réserve 25, deux dans l'exemple illustré, formant un relief en creux pour recevoir un réseau sec ou humide, illustré dans cet exemple par un tuyau T permettant de transporter un gaz, un liquide ou des câbles électriques ou informatiques. La zone de la première partie de dalle 2 occupée par les réserves 25 n'est pas en contact avec la deuxième partie de dalle 3, comme visible, indépendamment de l'élément de liaison 4 utilisé dans ce mode de réalisation.

[0097] On a représenté sur la figure 20 différentes étapes d'un exemple de procédé de fabrication d'une dalle 1, selon l'invention.

[0098] Dans une première étape 30, on réalise la première partie de dalle 2 en un premier béton sur un site distinct du site de destination de la dalle 1.

[0099] Dans une étape 31, on inclut, pendant ou après l'étape 30, ledit au moins un élément de liaison 4 dans le cas où celui-ci est formé par un ou plusieurs connecteurs 10 ou reliefs 21. Lorsque l'élément de liaison 4 est formé par une composition adhésive 20, celle-ci est rapportée sur la première partie de dalle 2.

[0100] Dans une étape 32, on transporte la première partie de dalle 2 vers le site de destination de la dalle 1.

[0101] Enfin, dans une étape 33, on réalise la deuxième partie de dalle 3 en coulant le deuxième béton sur la première partie de dalle 2, ou dans les zones de recouvrement souhaité, alors que la première partie de dalle 2 est en place sur le site de destination. Cela permet de donner une forme à la deuxième partie de dalle qui est « sur-mesure ». Ainsi, la deuxième partie de dalle peut présenter une forme qui permet d'épouser par exemple une forme de traverse ou de selle avec son ancrage, dans le cas d'une dalle pour chaussée ferroviaire, par exemple.

[0102] A l'aide de la deuxième partie de dalle 3, on recouvre partiellement ou totalement la première partie de dalle 2 et le ou les éléments de liaison 4 de telle sorte qu'on forme la dalle 1.

[0103] Lorsqu'une ou plusieurs réserves 25 sont prévues, un ou plusieurs tuyaux T peuvent être intégrés avant coulage de la deuxième partie de dalle 3 dans la ou les réserves 25.

[0104] Lorsque l'élément de liaison 4 est une composition adhésive 20, celle-ci peut être rapportée sur la première partie de dalle 2 soit dans le site de fabrication de la première partie de dalle 2 soit lorsque cette dernière est en place sur le site de destination.

[0105] On ne sort pas du cadre de l'invention si la deuxième partie de dalle 3 est réalisée sur le site de fabrication de la première partie de dalle 2, auquel cas la dalle 1 entièrement préfabriquée est ensuite transportée vers son site de destination.

[0106] On a représenté sur la figure 21 différentes étapes d'un procédé de conception de la dalle 1, dans cet exemple la dalle 1 illustrée sur les figures 3 et 4.

[0107] Dans une étape 40, on définit le module d'Young équivalent de la dalle 1. Le module d'Young équivalent de la dalle 1 peut être déterminé à partir d'une moyenne arithmétique pondérée des épaisseurs. En variante, le module d'Young est déterminé à l'aide d'une formule permettant d'obtenir une plage de valeurs avec un module d'Young minimum et un module d'Young maximum.

[0108] Puis, dans une étape 41, on définit les dimensions dudit au moins un élément de liaison 4, dans cet exemple des connecteurs 10, en se basant sur les normes, notamment l'Eurocode. Le dimensionnement dudit au moins un élément de liaison 4, notamment des connecteurs 10, est réalisé de manière à joindre les deux parties de dalle 2 et 3 et permettre le fonctionnement de la dalle 1 formée par les deux parties de dalle 2 et 3 comme un seul élément. Lorsque les connecteurs sont réalisés en acier, ils sont de préférence dimensionnés pour supporter principalement les efforts de cisaillement. Les dimensions peuvent être obtenues par modélisation exacte et calibrées par un dimensionnement selon les normes, notamment l'Eurocode. Ils peuvent ensuite être confirmés par la modélisation des aciers en poutre d'Euler Bernoulli.

[0109] Dans une étape 42, on définit un dimensionnement alternatif à celui des normes, en s'appuyant par exemple sur le critère de résistance de l'acier du connecteur 10 et du comportement du béton fibré formé par le premier béton.

[0110] Dans cette étape du procédé, on cherche à optimiser l'espacement entre les connecteurs 10, de manière à réduire le ferrailage excédentaire. Cela peut permettre d'optimiser la forme des connecteurs 10 et permettre l'obtention d'une géométrie plus performante que celle proposée par les normes, notamment par l'Eurocode.

[0111] Après avoir mis en œuvre le procédé de conception, on peut mettre en œuvre le procédé de fabrication de la dalle tel que décrit plus haut et obtenir la dalle 1 illustrée sur les figures 2 et 3, par exemple.

EP 4 105 385 A1

Exemple

[0112] On a réalisé différentes dalles, sous forme d'échantillons, dont l'une est conforme à l'invention, ayant les mêmes performances de résistance en flexion, puis on a comparé l'empreinte carbone de chacune de ces dalles.

Exemple 1 : Dalle en béton armé

[0113] On a réalisé une dalle rectangulaire de 14cm de hauteur × 30cm de largeur × 150cm de longueur/profondeur en béton C20/25 armé selon les normes Eurocodes.

Exemple 2 : Dalle en béton non armé

[0114] On a réalisé une dalle rectangulaire de 14cm de hauteur × 30cm de largeur × 150cm de longueur/profondeur en béton C35/45 non-armé selon les normes de chaussées routières et ferroviaires (NF P 98-086 et EN16432-2) pour avoir la même résistance que la dalle en béton armé.

Exemple 3 : Dalle en béton fibré

[0115] On a réalisé une dalle rectangulaire de 11cm de hauteur × 30cm de largeur × 150cm de longueur/profondeur en béton C20/25 fibré sur toute la hauteur.

Exemple 4 : Dalle selon l'invention

[0116] On a réalisé une dalle rectangulaire de 11cm × 30cm de largeur × 150cm de longueur/profondeur de hauteur en béton hybride ultra-performant, avec la première partie de dalle 2, la deuxième partie de dalle 3 et une pluralité de connecteurs 10 selon le mode de réalisation des figures 2 et 3 de l'invention. La hauteur de 11cm a été déterminée pour avoir les mêmes performances de résistance en flexion que les autres dalles-échantillons.

[0117] Le tableau ci-dessous récapitule les données d'entrée et les résultats :

[Tableau 1]

	Dalle en béton armé	Dalle en béton non-armé	Dalle en béton fibré	Dalle selon l'invention
Largeur de l'éprouvette (en cm)	30	30	30	30
Longueur de l'éprouvette (en cm)	150	150	150	150
Epaisseur de béton C35/45 (en cm)	0	14	0	0
Epaisseur de béton C20/25 (en cm)	14	0	0	5 (partie de dalle 2)
Epaisseur de béton C20/25 fibré (en cm)	0	0	11	6 (partie de dalle 3)
Quantité d'acier en poids (en kg)	0,995	0	2,228 (fibres métalliques)	1,263 (connecteurs 10 et fibres inclus)
Bilan carbone (en kg eqCO ₂)	14,075	16,569	13,387	12,161
Epaisseur totale (en cm)	14	14	11	11

Conclusion

[0118] La conception de dalle selon l'invention permet de réduire l'épaisseur de la dalle de 20% et de réduire l'empreinte carbone de 13,5%.

Revendications

1. Dalle (1) de chaussée ferroviaire comportant :

- une première partie de dalle (2) réalisée en un premier béton,
- une deuxième partie de dalle (3) disposée au-dessus de la première partie de dalle et recouvrant au moins partiellement la première partie de dalle (2), la deuxième partie de dalle (3) étant réalisée en un deuxième béton, différent du premier béton, la performance du premier béton étant plus haute que celle du deuxième béton,
- au moins un élément de liaison (4) comportant une pluralité de connecteurs reliant la première partie de dalle (2) et la deuxième partie de dalle (3), configuré et disposé de manière à reprendre un effort de cisaillement à l'interface entre la première partie de dalle (2) et la deuxième partie de dalle (3).

2. Dalle (1) selon la revendication 1, dans laquelle le premier béton est un béton fibré non armé.

3. Dalle (1) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le deuxième béton est un béton standard non armé et non fibré.

4. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la performance du premier béton de type haute performance, avec une résistance en traction par flexion (f_{t1}) élevée comprise entre 3MPa et 25 MPa, mieux entre 6MPa et 15MPa, notamment égale à 6 MPa, et/ou une résistance à la compression (f_{c1}) élevée comprise entre 35 MPa et 160MPa, mieux entre 50 MPa et 160 MPa, notamment égale à 60MPa, et/ou le module d'Young moyen (E_{cm1}) (appellation Eurocode, règles de dimensionnement pour le béton armé) compris entre 25 et 70 GPa, mieux entre 30 GPa et 70GPa, notamment égal à 32 GPa.

5. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la performance du deuxième béton est de type faible performance, avec une résistance en traction par flexion (f_{t2}) faible comprise entre 1MPa et 5MPa, mieux entre 2MPa et 5MPa, notamment égale à 2MPa, et/ou une résistance à la compression (f_{c2}) élevée comprise entre 20 MPa et 70 MPa, mieux entre 25 et 70MPa, par exemple égale à 25MPa et/ou le module d'Young moyen (E_{cm2}) (appellation Eurocode, règles de dimensionnement pour le béton armé) compris entre 20 GPa et 40GPa, mieux entre 30 GPa et 40GPa, notamment égal à 30GPa.

6. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit au moins un élément de liaison (4) est rapporté et fixé dans la première partie de dalle.

7. Dalle (1) selon la revendication précédente, les connecteurs (10) étant non reliés entre eux autrement que par l'intermédiaire des premières et deuxièmes parties de dalle (2, 3).

8. Dalle (1) selon la revendication précédente, les connecteurs (10) étant choisis dans le groupe constitué par les connecteurs sous forme de tiges verticales ou recourbées à leur(s) extrémité(s), les connecteurs sous forme de tiges à tête(s) soudée(s), les connecteurs formés d'un assemblage boulonné, les connecteurs en forme de U et les connecteurs en forme de U à extrémités recourbées.

9. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit au moins un élément de liaison (4) comporte une composition adhésive (20), telle qu'un bitume, disposée à l'interface entre la première partie de dalle (2) et la deuxième partie de dalle (3).

10. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit au moins un élément de liaison (4) comporte au moins un relief (21), notamment une pluralité de reliefs, formé(s) à la surface de la première partie de dalle (2) qui est destinée à être en contact avec la deuxième partie de dalle (3).

11. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la première partie de dalle (2) s'étend sur une hauteur (h_1) inférieure à la moitié de la hauteur totale (H) de la dalle (1), notamment sur une hauteur (h_1) comprise entre 10% et 50% de la hauteur totale (H) de la dalle (1), de préférence égale à environ 25% de la hauteur totale (H) de la dalle (1), la hauteur (h_1) de la première partie de dalle (2) étant notamment comprise entre 4 et 10 cm et la hauteur (h_2) de la deuxième partie de dalle (3) étant de préférence comprise entre 10 et 30 cm.

12. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, la première partie de dalle (2) comportant, sur sa surface (5) destinée à être en contact avec la deuxième partie de dalle, au moins une réserve (25) formant un relief en creux pour recevoir un réseau sec ou humide.

EP 4 105 385 A1

13. Dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, la deuxième partie de dalle (3) recouvrant partiellement la première partie de dalle (2).

5 14. Procédé de fabrication d'une dalle (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant les étapes suivantes :

(a) Etape a : réaliser la première partie de dalle (2) avec le premier béton sur un site distinct du site de destination de la dalle (1),

10 (b) Etape b : intégrer, lors de l'étape a, ledit au moins un élément de liaison (4) dans la première partie de dalle (2) ou rapporter ledit au moins un élément de liaison (4) sur la première partie de dalle (2),

(c) Etape c : réaliser la deuxième partie de dalle (3) en coulant le deuxième béton sur la première partie de dalle (2) de manière à recouvrir au moins partiellement celle-ci et ledit au moins un élément de liaison (4) et à former la dalle (1).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

[Fig 1]

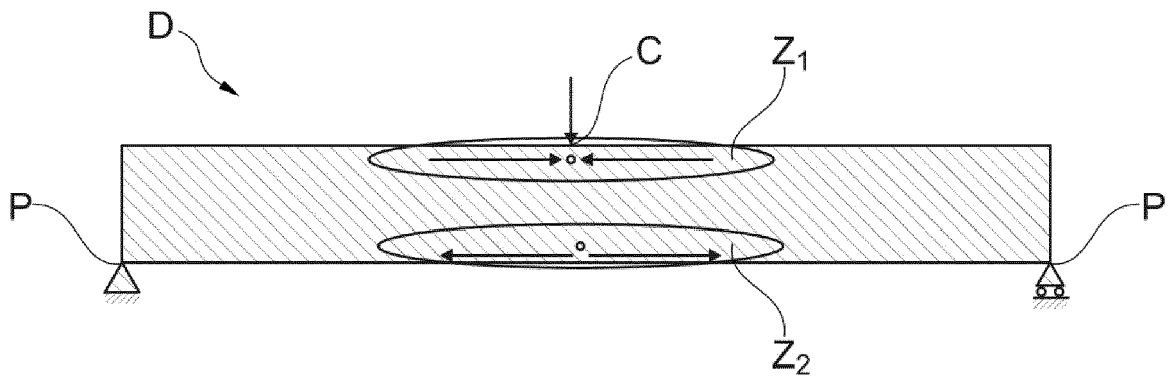


Fig. 1

[Fig 2]

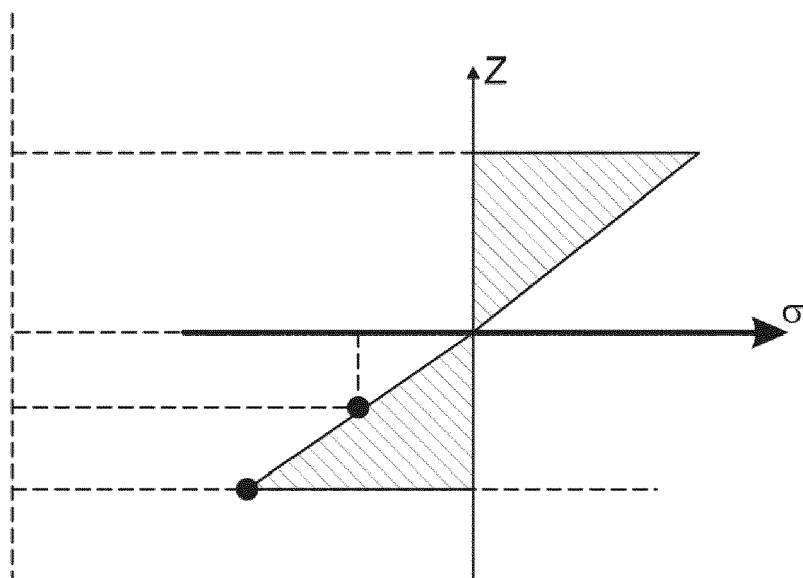


Fig. 2

[Fig 3]

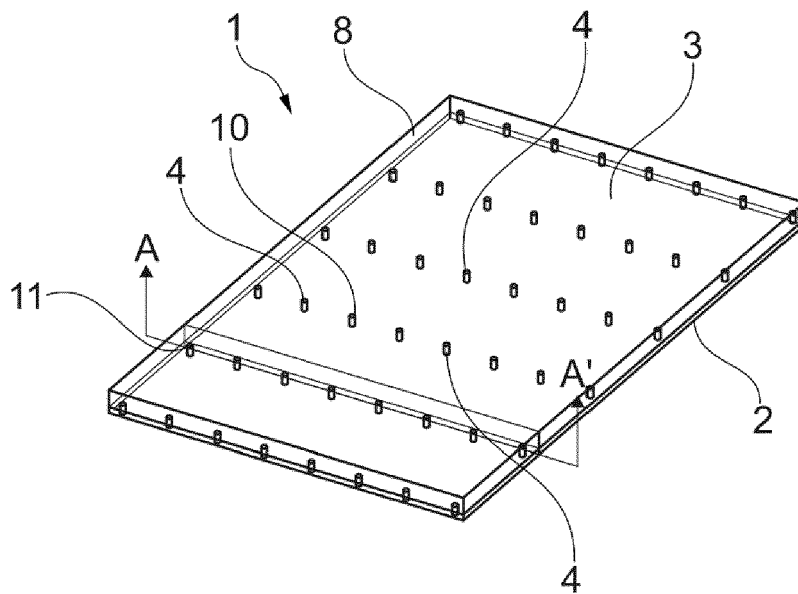


Fig. 3

[Fig 4]

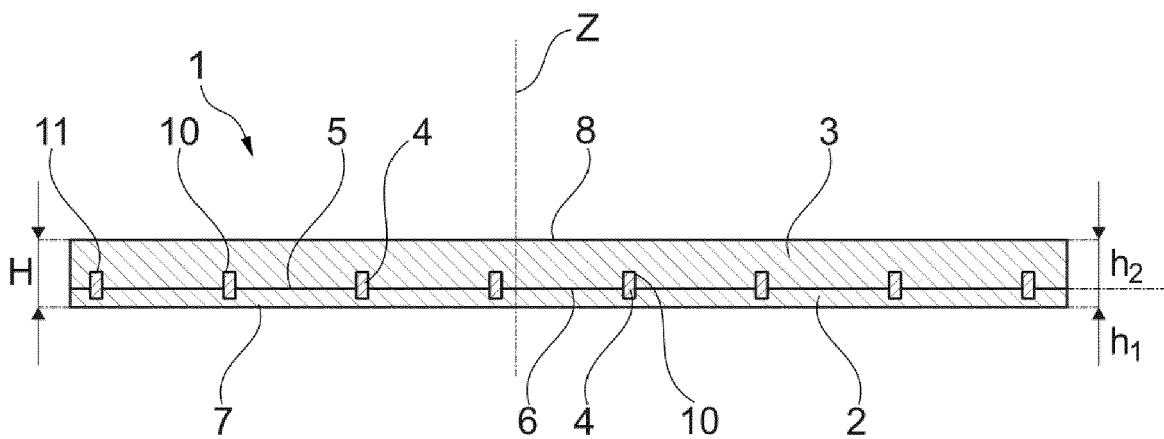


Fig. 4

[Fig 5]

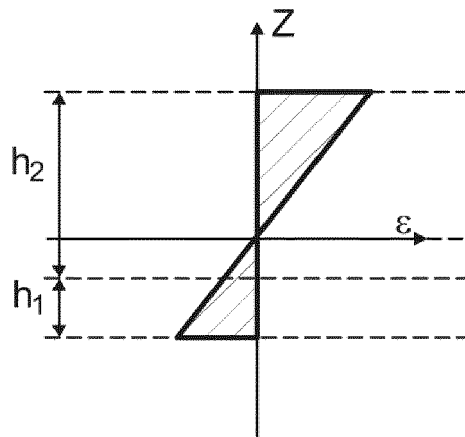


Fig. 5

[Fig 6]

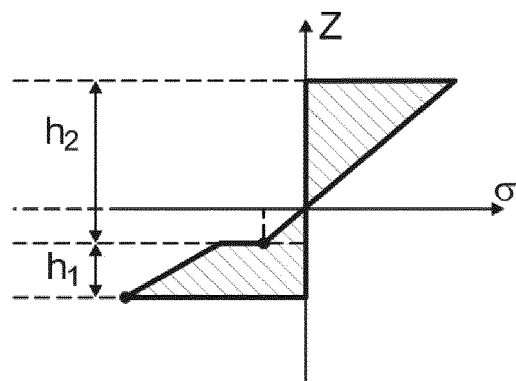


Fig. 6

[Fig 7]

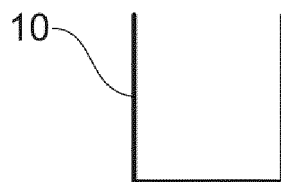


Fig. 7

[Fig 8]

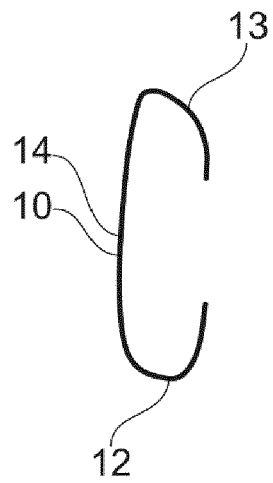


Fig. 8

[Fig 9]

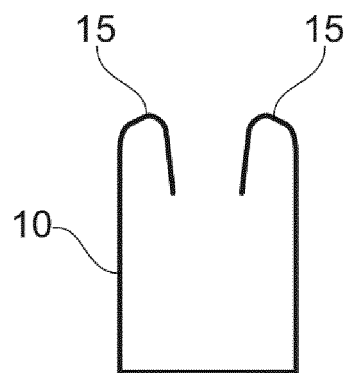


Fig. 9

[Fig 10]

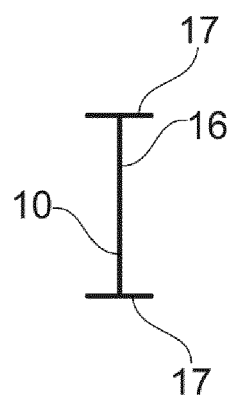


Fig. 10

[Fig 11]

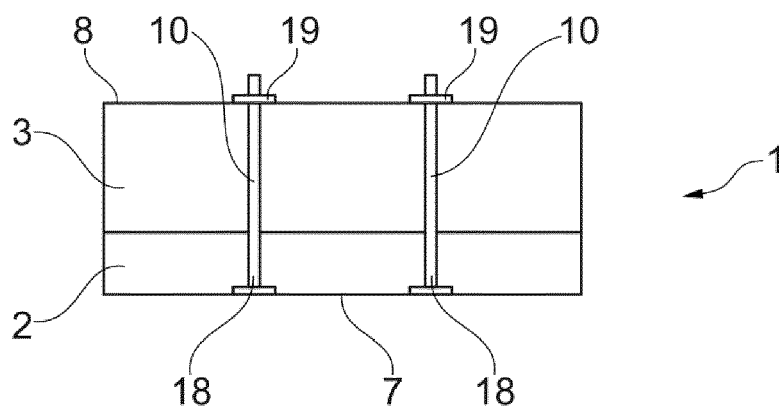


Fig. 11

[Fig 12]

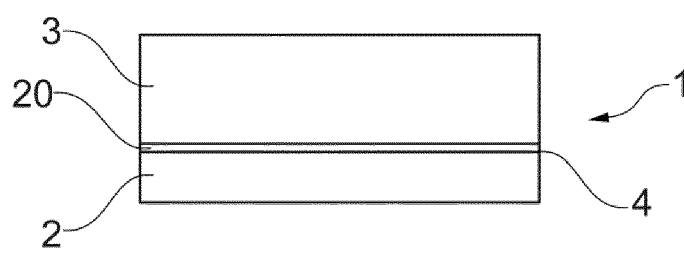


Fig. 12

[Fig 13]

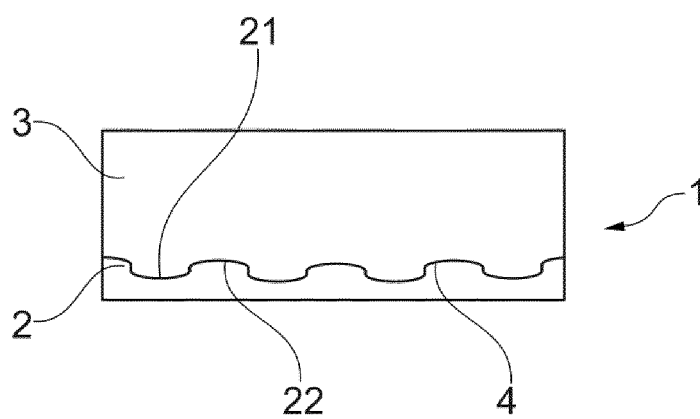


Fig. 13

[Fig 14]

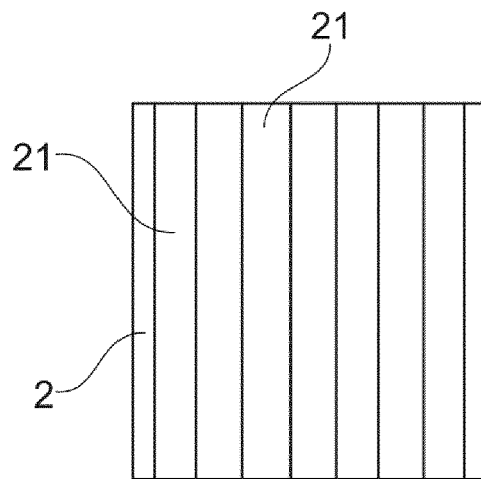


Fig. 14

[Fig 15]

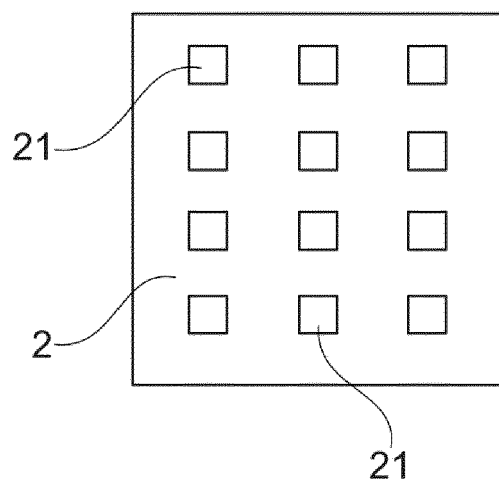


Fig. 15

[Fig 16]

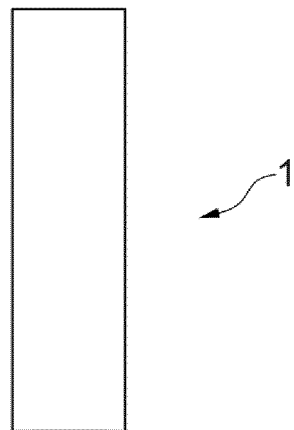


Fig. 16

[Fig 17]

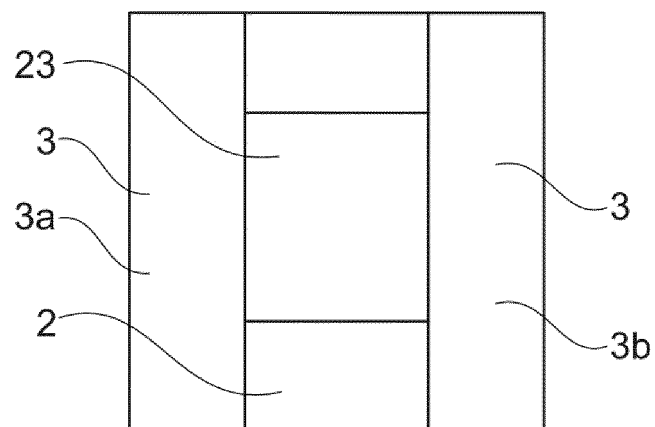


Fig. 17

[Fig 18]

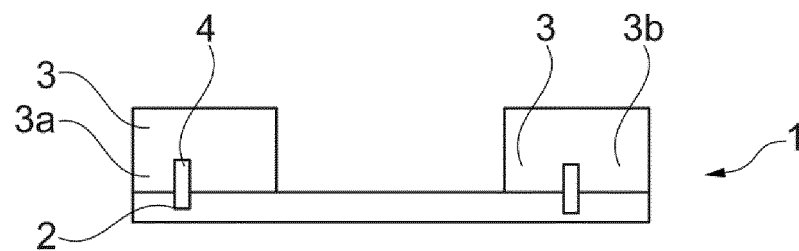


Fig. 18

[Fig 19]

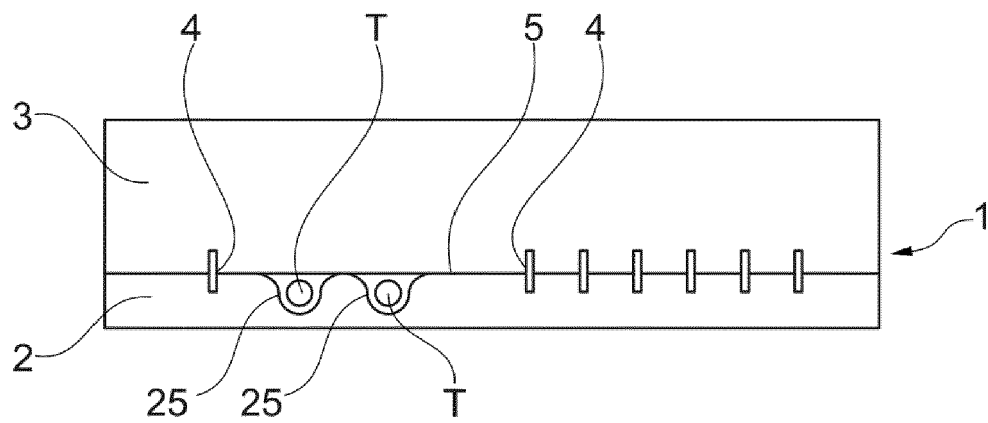


Fig. 19

[Fig 20]

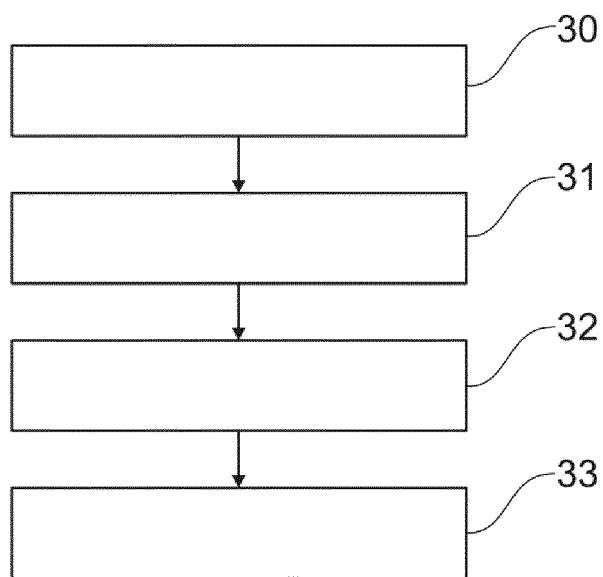


Fig. 20

[Fig 21]

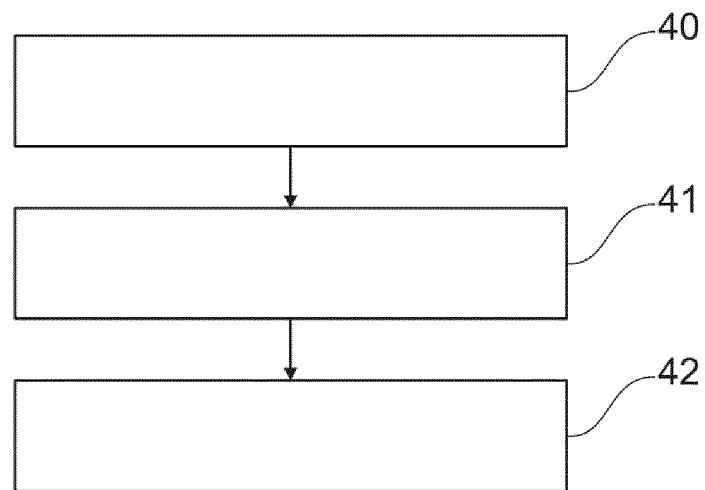


Fig. 21



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 17 9654

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 20 2017 101111 U1 (C B S TEAM-PROJEKTGESELLSCHAFT MBH [DE]) 11 mars 2017 (2017-03-11) * le document en entier *	1, 6-8, 11-14	INV. E01C5/06 E01C5/08 E01B3/40
X	CN 112 458 829 A (GUANGDONG TENAISHI NEW MATERIAL TECH CO LTD) 9 mars 2021 (2021-03-09) * le document en entier *	1, 3-6, 10, 11, 13, 14	
X	US 4 513 040 A (LANKARD DAVID R [US]) 23 avril 1985 (1985-04-23) * le document en entier *	1, 2, 13	
X	CN 102 561 143 A (UNIV HEHAI) 11 juillet 2012 (2012-07-11) * le document en entier *	1-5, 9, 13, 14	
X	WO 2014/094057 A1 (CARBONLOC PTY LTD [AU]) 26 juin 2014 (2014-06-26) * le document en entier *	1, 2, 6, 7, 13, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) E01C E01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 4 novembre 2022	Examineur Kerouach, May
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 17 9654

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-11-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 202017101111 U1	11-03-2017	AU 2018228650 A1	05-09-2019
		BR 112019017708 A2	31-03-2020
		CA 3053454 A1	07-09-2018
		CL 2019002444 A1	31-01-2020
		CN 110366624 A	22-10-2019
		CO 2019009110 A2	17-01-2020
		DE 202017101111 U1	11-03-2017
		DK 3574160 T3	15-02-2021
		EA 201991648 A1	27-01-2020
		EP 3574160 A1	04-12-2019
		ES 2850425 T3	30-08-2021
		HR P20210203 T1	02-04-2021
		HU E053484 T2	28-06-2021
		JP 7098646 B2	11-07-2022
		JP 2020509270 A	26-03-2020
		KR 20190121362 A	25-10-2019
		PL 3574160 T3	16-08-2021
		PT 3574160 T	12-02-2021
		SA 519402528 B1	10-05-2022
		US 2020063428 A1	27-02-2020
		WO 2018158211 A1	07-09-2018
		ZA 201905337 B	27-05-2020

CN 112458829 A	09-03-2021	AUCUN	

US 4513040 A	23-04-1985	AUCUN	

CN 102561143 A	11-07-2012	AUCUN	

WO 2014094057 A1	26-06-2014	AU 2013362814 A1	09-07-2015
		CA 2895541 A1	26-06-2014
		EP 2935697 A1	28-10-2015
		US 2015330031 A1	19-11-2015
		WO 2014094057 A1	26-06-2014

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82