



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**02.05.2018 Bulletin 2018/18**

(51) Int Cl.:  
**E04B 5/04 (2006.01)** **E04C 2/04 (2006.01)**  
**E04C 2/38 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **17199030.2**

(22) Date de dépôt: **27.10.2017**

(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:  
**MA MD**

(71) Demandeur: **Innovation et Conseil**  
**42150 La Ricamarie (FR)**

(72) Inventeur: **SIMON, Emeric**  
**38410 Vaulnaveys-le-Haut (FR)**

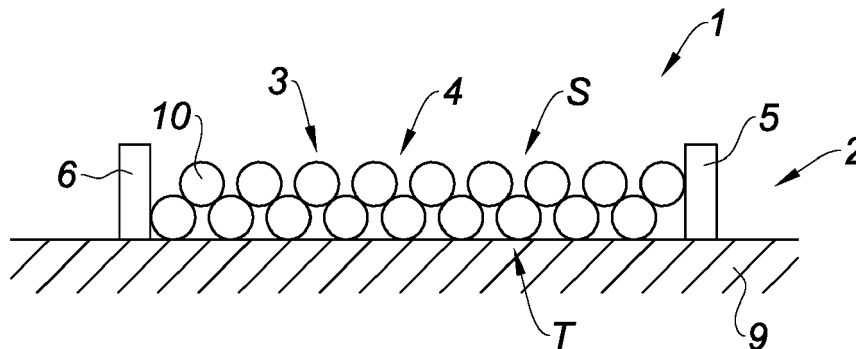
(74) Mandataire: **Talbot, Alexandre**  
**Cabinet Hecké**  
**28 Cours Jean Jaurès**  
**38000 Grenoble (FR)**

(30) Priorité: **27.10.2016 FR 1660420**

(54) **PLAQUE DE CONSTRUCTION POUR LA REALISATION D'OUVRAGE, PROCEDE DE FABRICATION D'UN DISPOSITIF INTEGRE DANS LA PLAQUE DE CONSTRUCTION ET PROCEDE DE FABRICATION D'UNE TELLE PLAQUE**

(57) Plaque de construction pour la réalisation d'ouvrage, comprenant un coffrage (2) délimitant une zone de remplissage (4), et une pluralité de dispositifs (3)

logés au sein de la zone de remplissage (4), chaque dispositif (3) ayant un corps (10) délimitant au moins une cavité fermée.



**Fig. 1**

## Description

### Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne les plaques de construction pour la réalisation d'ouvrage, et plus particulièrement des dalles et des parois.

### État de la technique

[0002] Actuellement, lors de la construction d'ouvrages, tels que des immeubles, des maisons, ou des hangars, on utilise des plaques qui peuvent être des dalles pour les fondations de l'ouvrage ou des parois pour construire les murs et les cloisons. Les parois sont placées à la verticale et les dalles sont, quant à elles, placées sur le sol ou un support situé au-dessus du sol pour réaliser des planchers.

[0003] Les dalles sont généralement réalisées en béton. On coule alors le béton malléable au sein d'un coffrage et on attend son durcissement pour obtenir une surface plane adaptée pour recevoir un plancher, par exemple un plancher en bois, en carrelage, ... Mais ces dalles sont lourdes et doivent reposer sur une structure porteuse adaptée. Pour alléger les dalles en béton, on peut utiliser un béton léger composé de ciment, d'eau, de granulats, et de billes de polystyrène. On peut également utiliser un béton aéré dans lequel on injecte de l'air, lorsque le béton est à l'état liquide avant durcissement, pour créer des cavités. Mais on ne peut pas maîtriser avec précision la densité des dalles ainsi obtenues. En outre, ces dalles n'offrent pas une isolation thermique et acoustique suffisante.

[0004] Il existe des dalles, dites sèches, réalisées en déposant des granulats secs (généralement en argile), c'est-à-dire sans ciment, sur un support destiné à supporter un plancher. Le support peut être un terrain, lorsque le plancher est réalisé dans une cave d'un bâtiment, ou le support peut être une dalle en béton, un plancher en bois ou en carrelage pour des pièces d'habitation situées au-dessus du sol. Mais ces dalles sèches n'offrent pas non plus une isolation acoustique et thermique suffisante.

### Objet de l'invention

[0005] Un objet de l'invention consiste à pallier ces inconvénients, et plus particulièrement à fournir des moyens pour améliorer l'isolation acoustique et thermique d'ouvrages.

[0006] Selon un aspect de l'invention, il est proposé une plaque de construction pour la réalisation d'ouvrage, comprenant un coffrage délimitant une zone de remplissage, et une pluralité de dispositifs logés au sein de la zone de remplissage.

[0007] En particulier, chaque dispositif a un corps délimitant au moins une cavité fermée.

[0008] Ainsi, on peut réaliser tout type de plaque, telle

une paroi ou une dalle, comprenant un volume résiduel d'air efficace pour augmenter l'isolation acoustique et thermique de l'ouvrage. Le volume résiduel correspond à la somme des volumes définis par les cavités fermées des dispositifs. On peut ainsi maîtriser les propriétés acoustiques et thermiques des plaques réalisées car on peut déterminer précisément le volume résiduel.

[0009] La plaque peut comprendre un matériau comportant un liant et des granulats agrégés au sein du liant, le matériau étant logé au sein de la zone de remplissage et les dispositifs étant noyés au sein du matériau.

[0010] Le liant peut comporter un ciment.

[0011] Le corps des dispositifs peut être enduit d'une pellicule adhésive pour lier mécaniquement les dispositifs entre eux et avec le coffrage.

[0012] La pellicule adhésive peut comprendre un mortier.

[0013] Le corps des dispositifs peut comporter une matière céramique.

[0014] Le corps des dispositifs peut comporter une matière plastique.

[0015] La plaque peut comprendre une couche de protection couvrant la zone de remplissage.

[0016] Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de fabrication d'un dispositif ayant un corps délimitant au moins une cavité fermée, comprenant les étapes suivantes :

- placer deux roues dentées ayant deux axes de rotation respectifs parallèles ;
- animer en rotation les deux roues dentées en sens contraire de manière que deux dents voisines d'une première roue sont placées en regard de deux dents voisines de la deuxième roue au moins à chaque tour d'une roue ; et
- translater un tube creux entre les deux roues pour réaliser le dispositif.

[0017] Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de fabrication d'une plaque de construction telle que définie ci-avant, comprenant les étapes suivantes :

- fournir un coffrage délimitant une zone de remplissage, et
- loger au sein de la zone de remplissage une pluralité de dispositifs ayant chacun un corps délimitant au moins une cavité fermée.

[0018] Le procédé peut comprendre une étape de remplissage dans laquelle on verse au sein de la zone de remplissage un matériau comportant un liant et des granulats pour noyer les dispositifs au sein du matériau.

### Description sommaire des dessins

[0019] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation et de mise en oeuvre

de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1, illustre schématiquement une vue latérale en perspective d'un mode de réalisation d'une plaque de construction ;
- la figure 2, illustre schématiquement une vue de dessus en perspective de la plaque illustrée à la figure 1 ;
- la figure 3, illustre schématiquement une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif ayant un corps délimitant au moins une cavité fermée ;
- la figure 4, illustre schématiquement une vue en coupe du dispositif illustré à la figure 3 ;
- la figure 5, illustre schématiquement une vue antérieure gauche du dispositif illustré à la figure 3 ;
- les figures 6 et 7, illustrent de façon schématique des vues latérales en perspective d'autres modes de réalisation d'une plaque de construction ;
- les figures 8 à 11, illustrent de façon schématique des vues en perspective des principales étapes d'un procédé de fabrication d'un dispositif ayant un corps délimitant au moins une cavité fermée ; et
- la figure 12, illustre de façon schématique une vue latérale en perspective d'une roue dentée.

#### Description détaillée

**[0020]** Sur les figures 1 et 2, on a représenté une plaque de construction 1 pour la réalisation d'un ouvrage. L'ouvrage peut être un immeuble, une maison, un hangar, ... La plaque 1 comporte un coffrage 2 et plusieurs dispositifs 3. Le coffrage 2 délimite une zone de remplissage 4. Le coffrage 2 peut avoir une forme variée et une épaisseur variée. De manière générale, le coffrage 2 comporte au moins un élément longitudinal 5 à 8, c'est-à-dire ayant une longueur supérieure à sa hauteur et à sa largeur. Par exemple, le coffrage 2 peut comprendre un seul élément longitudinal 5 à 8 décrivant une courbe fermée, comme un cercle, une ellipse, une courbe ovoïde, un triangle, un quadrilatère ou une courbe polygonale. De préférence, le coffrage 2 comporte quatre éléments longitudinaux 5 à 8 fixés entre eux pour décrire une courbe fermée afin de délimiter la zone de remplissage 4. On obtient ainsi un coffrage 2 parallélépipédique. Préférentiellement, le coffrage 2 est ouvert pour permettre le remplissage de la zone de remplissage 4 avec les dispositifs 3. En outre, les éléments longitudinaux 5 à 8 peuvent être fixés entre eux de façon que le coffrage 2 présente deux surfaces opposées planes S, T. Ces surfaces S, T peuvent être ouvertes ou partiellement fermées par respectivement deux éléments de coffrage supplémentaires, tels des couvercles fixés sur les éléments longitudinaux 5, 8. Par ailleurs, le coffrage 2 peut comprendre un unique couvercle 16, comme illustré sur la figure 7, pour fermer totalement ou partiellement une surface S, T. En variante, le coffrage 2 comporte deux couvercles fermant respectivement les deux surfaces S,

T, partiellement ou totalement. Lorsque les couvercles ferment totalement les surfaces S, T, on obtient un coffrage fermé. Un élément longitudinal 5 à 8 peut être une poutre, un mur ou une cloison. Le coffrage 2 est destiné à être posé sur une structure porteuse 9. La structure porteuse 9 peut être le terrain, un plancher, une dalle en béton. En variante, les éléments longitudinaux 5 à 8 peuvent être incurvés, ainsi que les couvercles le cas échéant, pour former un coffrage 2 incurvé adapté aux irrégularités de la structure porteuse 9.

**[0021]** Par ailleurs, les dispositifs 3 sont logés au sein de la zone de remplissage 4. Ils remplissent en tout ou partie la zone de remplissage 4. Par exemple, leur distribution au sein de la plaque 1 peut être ordonnée. De préférence, les dispositifs 3 sont logés de manière désordonnée pour faciliter la fabrication de la plaque 1. Autrement dit les dispositifs 3 peuvent être désalignés, non coaxiaux, etc. En particulier, chaque dispositif 3 a un corps 10 délimitant au moins une cavité fermée 11, illustrée à la figure 4. On entend par cavité 11, un espace vide logé à l'intérieur du corps 10 du dispositif 3. On entend par cavité fermée 11, un espace vide enfermé à l'intérieur du dispositif 3. La cavité 11 forme un volume contenant un gaz, de préférence de l'air. Les corps 10 des dispositifs 3 occupent un volume, noté volume d'occupation, au sein de la plaque 1, et les cavités 11 garantissent un volume inoccupé, noté volume résiduel, correspondant à la somme des volumes définis par les cavités 11 de chacun des dispositifs 3. Ainsi, on fournit une plaque 1 ayant un volume résiduel qui améliore les propriétés acoustiques et thermiques.

**[0022]** On peut ainsi créer des plaques 1 qui pourront être utilisées pour réaliser des parois ou des dalles. Grâce à l'épaisseur des corps 10 des dispositifs 3, on offre une plaque 1 ayant une résistance mécanique à la compression suffisante. Lorsque les corps 10 sont réalisés en céramique, on fournit des plaques 1 ayant une bonne tenue au feu, car la céramique est un matériau incombustible. Du fait du volume résiduel créé par les cavités 11 au sein des dispositifs 3, on augmente les propriétés thermiques de la plaque 1, car l'air est un isolant thermique. Par ailleurs, l'épaisseur des parois des corps 10 des dispositifs 3 et les cavités 11 situées au sein des parois participent à améliorer les propriétés acoustiques des plaques 1. En effet, la succession paroi, cavité 11, paroi, des dispositifs 3 permet d'atténuer les ondes acoustiques qui traversent la plaque 1. En outre, le volume résiduel créé par l'ensemble des dispositifs 3 allège la plaque 1. Avantagusement, des espaces sont créés entre les dispositifs 3, ce qui offre une propriété de drainage pour laisser passer les liquides par gravité qui pourraient s'infiltrer dans la plaque 1. On peut également connaître avec précision le volume de chaque cavité 11 et ainsi déterminer un volume résiduel précis, ce qui permet de maîtriser les propriétés thermiques, acoustiques et la densité de la plaque 1.

**[0023]** Les figures 3 à 5 illustrent un mode de réalisation d'un dispositif 3. Selon ce mode de réalisation, le

dispositif 3 a un corps 10 délimitant au moins une cavité fermée 11. Le corps 10 du dispositif 3 est en particulier étanche aux liquides, par exemple à l'eau ou au mortier en phase liquide avant durcissement. Par exemple, le corps 10 du dispositif 3 s'étend selon un axe longitudinal A du dispositif 3 et comporte deux extrémités fermées 12, 13. Les extrémités fermées 12, 13 peuvent avoir, chacune, une forme linéaire. Préférentiellement, les extrémités 12, 13 sont parallèles entre elles. Par exemple, le corps 10 du dispositif 3 a une forme cylindrique. On entend ici par cylindre, un solide limité par une surface cylindrique engendrée par une droite, notée génératrice, parcourant une courbe plane fermée, notée directrice, et deux plans coupant les génératrices. En particulier, le corps 10 peut avoir une forme d'un tube. Le corps du dispositif 3 peut également délimiter plusieurs cavités 11, communicant entre elles ou non. Avantageusement, les cavités fermées 11 empêchent les dispositifs 3 de s'imbriquer les uns dans les autres, quelle que soit leur taille et leur forme. Les dimensions des dispositifs 3 sont ajustables. Par exemple, chaque dispositif 3 a une longueur comprise entre 30 et 100 mm, et de préférence égale à 50 mm. La longueur du dispositif 3 correspond à la distance entre les deux extrémités 12, 13. La longueur de la partie cylindrique du corps 3, peut être comprise entre 20 et 90 mm. Dans ce cas, chaque extrémité 12, 13 peut avoir une longueur égale à 5 mm. Par exemple, le diamètre extérieur de la partie cylindrique du corps 3, peut être comprise entre 10 et 40 mm. Avantageusement, le diamètre intérieur de la partie cylindrique du corps 3, peut être comprise entre 8 et 38 mm. Dans ce cas, l'épaisseur de la paroi du corps 3 peut être égale à 2 mm.

**[0024]** Préférentiellement, la plaque 1 comporte uniquement des dispositifs 3 ayant chacun une cavité fermée 11. On peut faire varier l'épaisseur des parois, le diamètre interne et externe et la longueur des corps 10 des dispositifs 3, pour obtenir des propriétés thermiques, acoustiques et des densités ajustées en fonction des besoins.

**[0025]** Sur la figure 6, on a représenté un autre mode de réalisation de la plaque de construction 1. Selon ce mode de réalisation, la plaque 1 comprend un matériau 14 comportant un liant et des granulats agrégés au sein du liant. Le matériau 14 est logé au sein de la zone de remplissage 4 et les dispositifs 3 sont noyés au sein du matériau 14. Le liant peut comporter un ciment. Grâce aux corps 10 des dispositifs qui délimitent au moins une cavité fermée 11, on garantit que la plaque 1 comporte un volume résiduel, car les dispositifs 3 sont étanches au matériau 14 et l'empêche de pénétrer à l'intérieur des cavités 11. Le matériau 14 permet d'augmenter la résistance à la compression de la plaque 1.

**[0026]** Sur la figure 7, on a représenté un autre mode de réalisation de la plaque de construction 1. Selon cet autre mode de réalisation, le corps 10 des dispositifs 3 est enduit d'une pellicule adhésive 15 pour lier mécaniquement les dispositifs 3 entre eux et avec le coffrage 2.

La pellicule adhésive 15 peut comprendre un mortier. En d'autres termes, les dispositifs 3 sont enrobés d'une pellicule adhésive 15 qui entoure la surface extérieure du corps 10 des dispositifs 3. Ainsi, on offre une plaque 1 autoportante, c'est-à-dire dont la stabilité est assurée par la seule rigidité de ses éléments 2, 3, à savoir son coffrage 2 dont les éléments sont fixés entre eux et ses dispositifs 3 liés mécaniquement entre eux et avec le coffrage 2. On peut ainsi fournir des plaques 1 préfabriquées dont la réalisation peut être maîtrisée et pour faciliter la construction d'ouvrages.

**[0027]** Pour enduire les corps 10 des dispositifs d'une pellicule adhésive 15, on peut, par exemple, verser les dispositifs 3 dans du mortier et utiliser un tamis pour éliminer le surplus de mortier. Dans ce cas, une pellicule externe de mortier 15 enrobe la surface externe des dispositifs 3. Ainsi, la cavité fermée 11 est protégée et son volume reste inchangé. La plaque 1 peut comprendre un couvercle de protection 16 couvrant la zone de remplissage 4. Le couvercle de protection 16 peut être un couvercle comme défini ci-avant. Le couvercle de protection 16 permet de protéger les dispositifs 3 pendant le transport de la plaque 1, afin d'éviter que les corps 10 se brisent.

**[0028]** Plus particulièrement, le corps des dispositifs 3 peut comporter une matière céramique. La céramique offre une bonne résistance mécanique à la compression, et permet d'obtenir des plaques 1 plus légères qu'avec des dispositifs réalisés en métal. Les dispositifs 3 peuvent également être réalisés en ciment, ou en mortier, en argile crue, qui sont, tout comme la céramique, des matériaux ayant une bonne résistance mécanique à la compression. En variante, les dispositifs 3 peuvent être réalisés en métal, ou en matière plastique.

**[0029]** Sur les figures 8 à 11, on a représenté les principales étapes d'un mode de mise en oeuvre d'un procédé de fabrication d'un dispositif 3 ayant un corps 10 délimitant au moins une cavité fermée 11. Le procédé comprend une étape d'utilisation d'un système comprenant deux roues dentées 20, 21. On a également représenté sur la figure 12, une vue de face d'une des roues 20, 21. Chaque roue 20, 21 comporte au moins deux dents 22 à 25. Par exemple une roue 20, 21 comporte six dents, comme illustré sur la figure 8. Une dent 22 à 25 comporte une tête 26 située à son sommet et une base 27. Les dents 22 à 25 d'une même roue 20, 21 sont placées à la périphérie de la roue 20, 21 et à une distance D l'une de l'autre. La distance D sépare deux bases 27 de deux dents voisines 22, 23. Lorsque la roue 20, 21 comprend plus que deux dents 22 à 25, la distance D peut être identique entre deux dents voisines de la roue 20, 21. Les dents voisines 22, 23 et 24, 25 d'une même roue 20, 21 délimitent un logement 28a, 28b destiné à recevoir le corps 10 d'un dispositif 3. En outre, les roues 20, 21 sont montées à rotation autour d'axes de rotations R1, R2, qui sont parallèles. Les roues 20, 21 sont en outre animées en rotation en sens contraire et à la même vitesse de rotation. En particulier, les roues 20, 21 sont

placées l'une à côté de l'autre et de manière que deux dents 22, 24 des deux roues respectives 20, 21 viennent en regard l'une de l'autre à chaque fois que les roues 20, 21 effectuent un tour de rotation.

**[0030]** Le procédé comprend les étapes suivantes :

- placer les deux roues dentées 20, 21 l'une à côté de l'autre ;
- animer en rotation les deux roues dentées 20, 21 en sens contraire de manière que deux dents voisines 22, 23 d'une première roue 20 sont placées en regard des deux dents voisines 24, 25 de la deuxième roue 21 au moins à chaque tour d'une roue 20, 21 ; et
- translater un tube creux 29 entre les deux roues 20, 21 pour réaliser le dispositif 3.

**[0031]** En d'autres termes, on anime en rotation les roues dentées 20, 21 et on translate le tube creux 29 selon une direction 30 entre les deux roues 20, 21. Le procédé est particulièrement adapté pour fabriquer des dispositifs 3 dont le corps 10 est en céramique. La céramique est malléable avant une étape de cuisson de manière à pouvoir former la cavité fermée 11 au sein du dispositif 3, et car elle devient solide après la cuisson pour donner la résistance mécanique souhaitée à la plaque 1.

**[0032]** De préférence, les axes de rotation R1, R2 sont horizontaux de manière à utiliser la force de gravité pour réaliser les dispositifs 3. En variante, les axes de rotation R1, R2 sont verticaux.

**[0033]** De façon générale, comme illustré à la figure 9, lorsqu'on anime en rotation les deux roues 20, 21, deux premières dents 23, 25 qui se trouvent en vis-à-vis coopèrent entre elles pour former la première extrémité 12 d'un premier dispositif 3a. La formation de la première extrémité 12 est réalisée en écrasant le tube creux 29 malléable, ce qui ferme une première extrémité de la cavité 11. Puis, comme illustré sur la figure 10, le tube creux 29 se retrouve logé au sein des logements 28a, 28b des roues 20, 21 et n'est pas écrasé, ce qui forme le corps 10 du premier dispositif 3a. En même temps, deux deuxième dents 22, 24 qui se trouvent en vis-à-vis coopèrent entre elles pour former la deuxième extrémité 13 du premier dispositif 3a. La formation de la deuxième extrémité 13 est également réalisée en écrasant le tube creux 29 malléable, ce qui ferme la deuxième extrémité de la cavité 11. Puis, comme illustré sur la figure 11, les roues 20, 21 continuent à tourner et font progresser le tube creux 29. Les deuxième dents 22, 24 coupent la deuxième extrémité 13 et poussent selon le sens de translation 30 le premier dispositif 3a, pendant qu'un deuxième dispositif 3b est en cours de réalisation. La tête 26 des dents 22 à 25 peut être pointue de manière à former les extrémités 12, 13 des dispositifs 3 et à couper le tube creux 29 pour séparer les dispositifs 3a, 3b.

**[0034]** De manière générale, le procédé de fabrication d'une plaque de construction 1 pour la réalisation d'un ouvrage, comprend les étapes suivantes :

- fournir un coffrage 2 délimitant une zone de remplissage 4, et
- loger au sein de la zone de remplissage 4 une pluralité de dispositifs 3 ayant chacun un corps 10 délimitant au moins une cavité fermée 11.

**[0035]** Plus particulièrement, le procédé comprend une étape de remplissage dans laquelle on verse au sein de la zone de remplissage 4 un matériau 14 comportant un liant et des granulats pour noyer les dispositifs 3 au sein du matériau 14.

**[0036]** L'invention qui vient d'être décrite permet de fournir des éléments de construction particulièrement adaptés pour des habitations, telles que des immeubles ou des maisons.

## Revendications

1. Plaque de construction pour la réalisation d'ouvrage, comprenant un coffrage (2) délimitant une zone de remplissage (4), et une pluralité de dispositifs (3) logés au sein de la zone de remplissage (4), **caractérisée en ce que** chaque dispositif (3) a un corps (10) ayant une forme cylindrique et délimitant au moins une cavité fermée (11).
2. Plaque selon la revendication 1, comprenant un matériau (14) comportant un liant et des granulats agrégés au sein du liant, le matériau (14) étant logé au sein de la zone de remplissage (4) et les dispositifs (3) étant noyés au sein du matériau (14).
3. Plaque selon la revendication 2, dans laquelle le liant comporte un ciment.
4. Plaque selon la revendication 1, dans laquelle le corps (10) des dispositifs (3) est enduit d'une pellicule adhésive (15) pour lier mécaniquement les dispositifs (3) entre eux et avec le coffrage (2).
5. Plaque selon la revendication 4, dans laquelle la pellicule adhésive (15) comprend un mortier.
6. Plaque selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le corps (10) des dispositifs (3) comporte une matière céramique.
7. Plaque selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le corps (10) des dispositifs (3) comporte une matière plastique.
8. Plaque selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant un couvercle de protection (16) couvrant la zone de remplissage (4).
9. Procédé de fabrication d'une plaque de construction selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant les

étapes suivantes :

- fournir un coffrage (2) délimitant une zone de remplissage (4), et
- loger au sein de la zone de remplissage (4) une pluralité de dispositifs (3) ayant chacun un corps (10) ayant une forme cylindrique et délimitant au moins une cavité fermée (11).

- 10.** Procédé selon la revendication 9, comprenant une étape de remplissage dans laquelle on verse au sein de la zone de remplissage (4) un matériau (14) comportant un liant et des granulats pour noyer les dispositifs (3) au sein du matériau (14).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

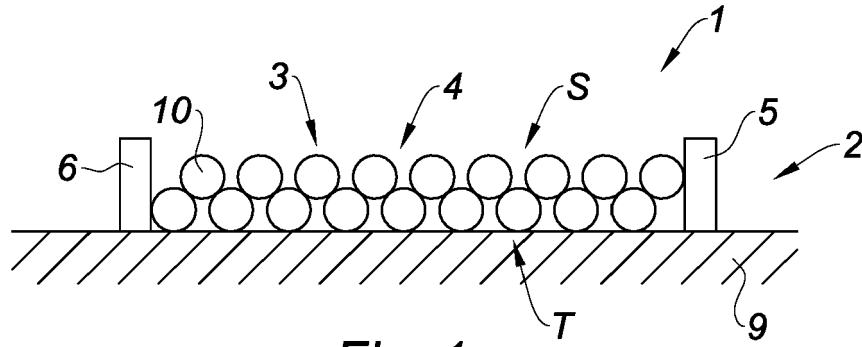


Fig. 1

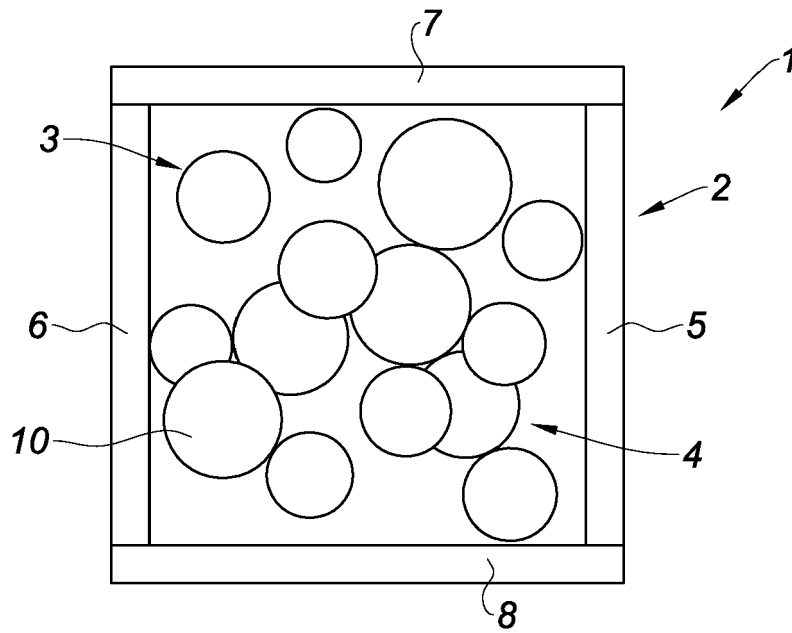


Fig. 2

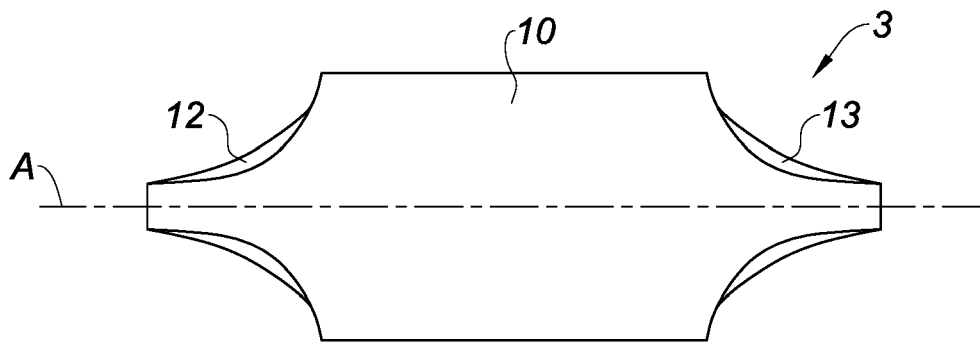


Fig. 3

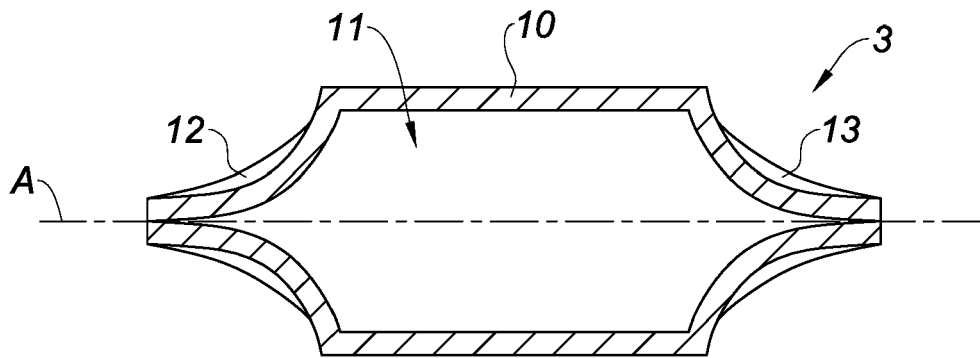


Fig. 4

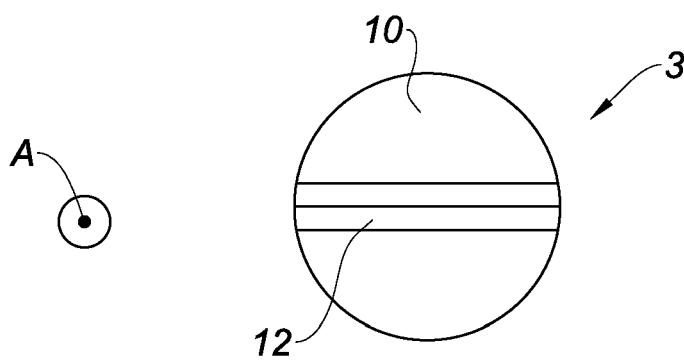


Fig. 5



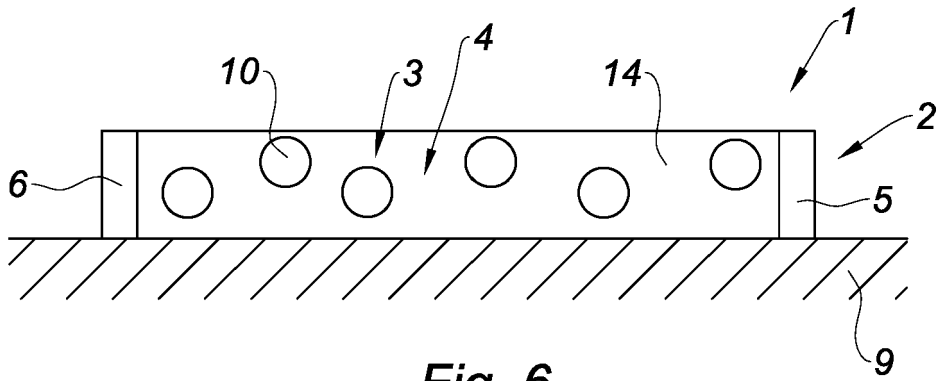


Fig. 6

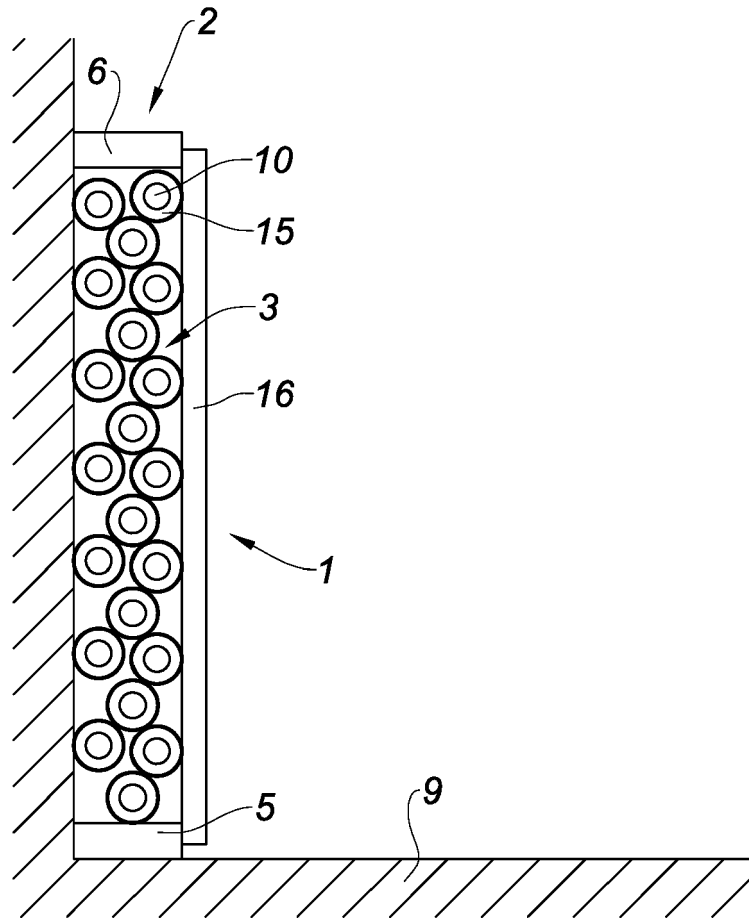


Fig. 7

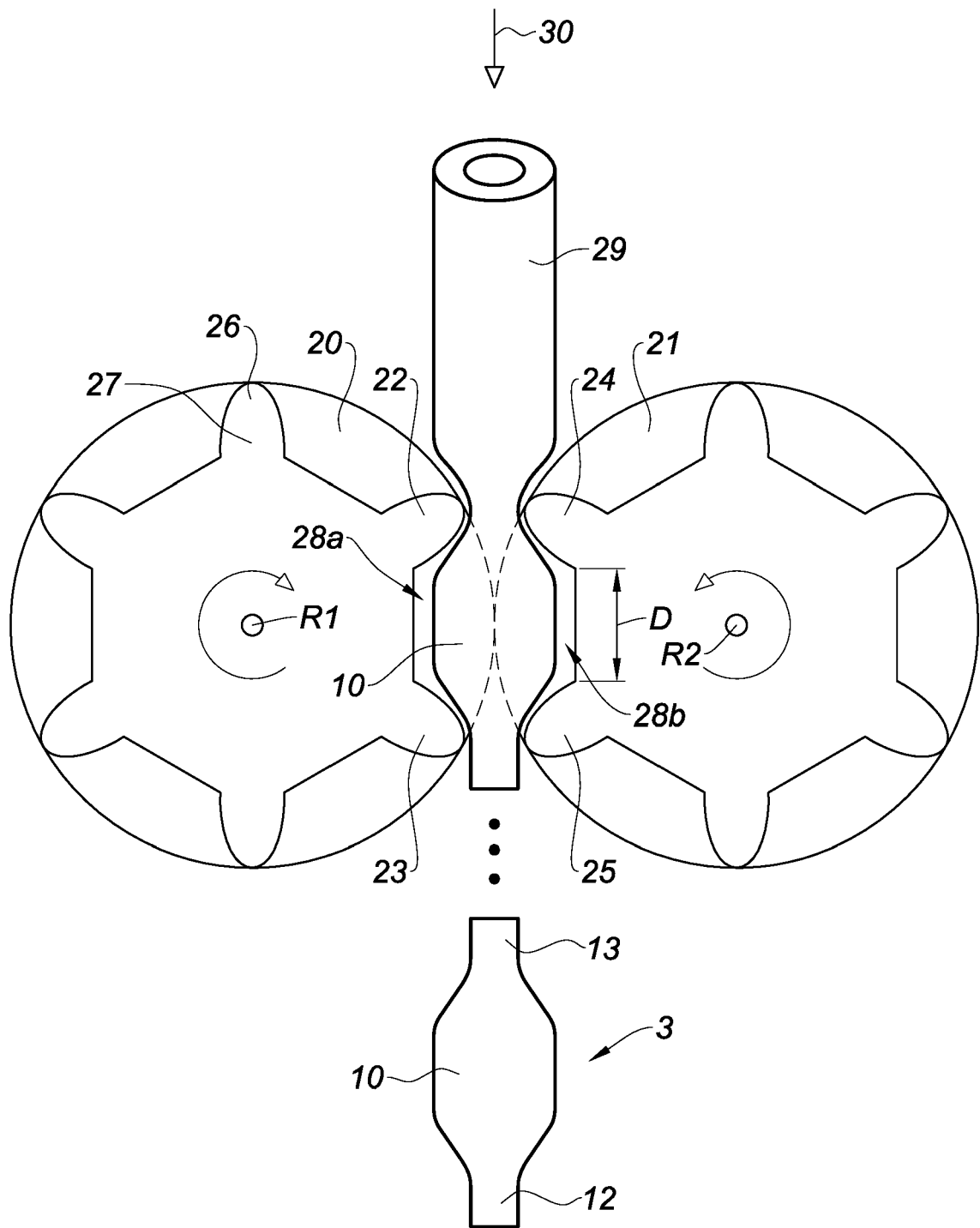


Fig. 8

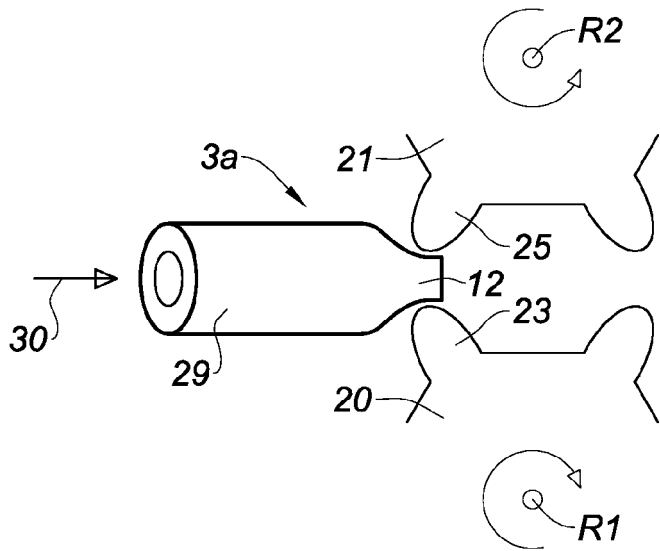


Fig. 9

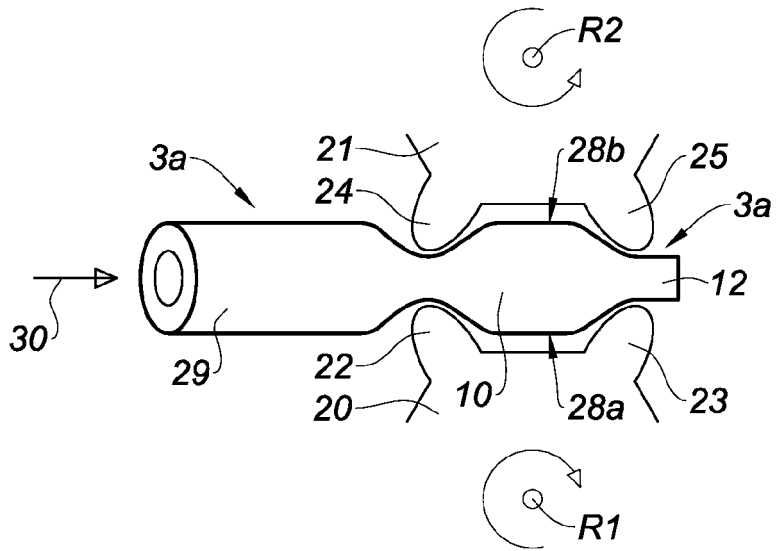


Fig. 10

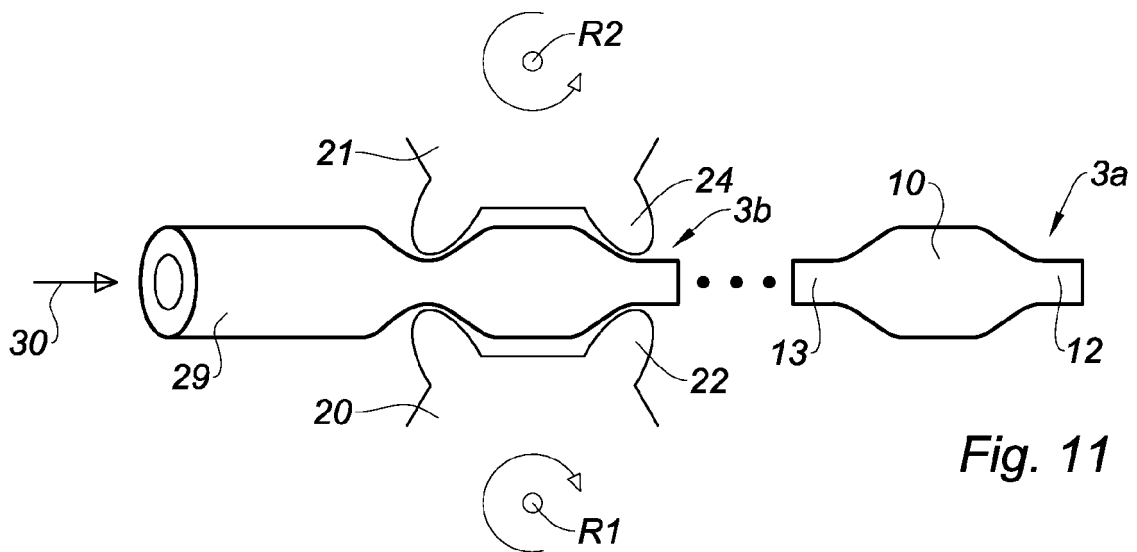
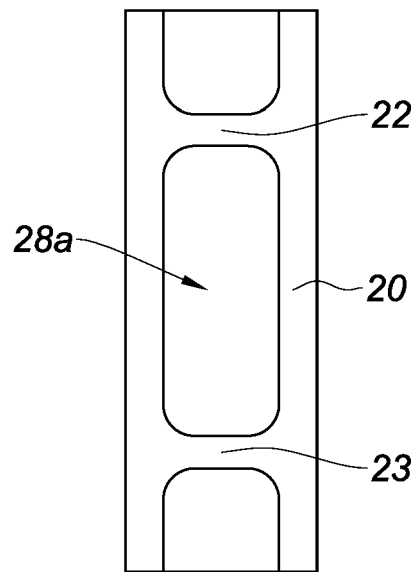


Fig. 11



*Fig. 12*