(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 390 000 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.06.2024 Bulletin 2024/26

(21) Numéro de dépôt: **23211260.7**

(22) Date de dépôt: **21.11.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E04B 1/04 *(2006.01)* ***E04C 2/288*** *(2006.01)*
E04B 2/00 *(2006.01)* ***E04C 2/04*** *(2006.01)*
E04C 2/38 *(2006.01)* *E04C 2/00* *(2006.01)*
E04B 1/16 *(2006.01)*

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E04B 1/04; E04C 2/049; E04C 2/288; E04C 2/48;
E04B 1/164; E04C 2/382; E04C 2002/002

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **20.12.2022 FR 2213901**

(71) Demandeur: **Lesage Developpement S.A.S.**
68200 Mulhouse (FR)

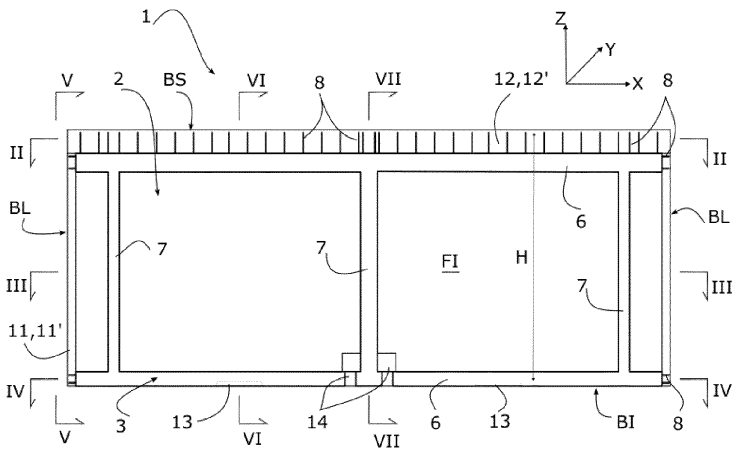
(72) Inventeurs:
- **BOICHON, Emmanuel**
  63110 Beaumont (FR)
- **DE CHEFDEBIEN-ZAGARRIGA, André**
  75007 Paris (FR)
- **LOZACH, Gwen**
  91270 Vigneux sur Seine (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Laurent & Charras**
Boîte Postale CS 91455
34 Avenue du Général Leclerc
68071 Mulhouse Cedex (FR)

(54) PANNEAU DE CONSTRUCTION HYBRIDE PRÉFABRIQUÉ NOTAMMENT POUR FAÇADE DE BÂTIMENT

(57) L'invention concerne un panneau de construction (1) hybride préfabriqué, notamment pour façade de bâtiment, comporte au moins :
- un corps de panneau (2), comprimé, réalisé dans ledit premier matériau de construction, moins dense et moins résistant mécaniquement, mais plus résistant thermiquement que le deuxième matériau de construction,
- une ossature (3), nervurée et armée, noyée dans ledit corps de panneau (2), réalisée dans ledit deuxième matériau de construction, plus dense et plus résistant mécaniquement, mais moins résistant thermiquement que le premier matériau de construction, et
- des planelles de coffrage (11, 12) permettant de couler sur chantier des zones de jonction (ZJ) avec d'autres panneaux et/ou un plancher (P) du bâtiment, et assurant une fonction de rupture de pont thermique au droit desdites zones de jonction (ZJ), l'ossature (3) et le corps de panneau (2) étant intimement liés par surmoulage de sorte à former un panneau monobloc, superposable, transportable et autoportant.

[Fig 1]



EP 4 390 000 A1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un panneau de construction hybride préfabriqué notamment pour façade de bâtiment en général, et plus particulièrement pour façade porteuse dans le cas de bâtiments à plusieurs étages, ledit panneau étant défini au moins par une face externe et une face interne, une épaisseur séparant les faces externe et interne, deux bords latéraux et deux bords longitudinaux, dont un bord inférieur et un bord supérieur, ledit panneau de construction étant réalisé en au moins deux matériaux de construction différents, un premier et un deuxième matériaux de construction, ayant des propriétés physiques complémentaires.

Technique antérieure

[0002] Les panneaux de façade, appelés également voiles verticaux, qui sont préfabriqués en béton existent depuis de nombreuses années. On trouve notamment des panneaux pleins en béton, panneaux nervurés en béton, panneaux en béton intégrant des blocs de matériau isolant, panneaux sandwichs en béton intégrant une couche de matériau isolant entre deux parois en béton liées par des entretoises, prémurs simples ou prémurs isolés comportant deux parois en béton liées par des entretoises, avec ou sans couche de matériau isolant, formant un coffrage pour recevoir du béton coulé en place, c'est-à-dire sur chantier. Des exemples de panneaux de façade préfabriqués sont décrits dans les publications CN 103 114 663 B, EP 2 615 218 A1 et CN 108 425 451 B. Dans tous les cas, une isolation thermique est ajoutée sur chantier dans les zones de jonction pour limiter les ponts thermiques.

[0003] Traditionnellement, les panneaux de façade peuvent en outre comporter un doublage rapporté sur chantier pour compléter la résistance thermique globale de la façade, et/ou améliorer l'esthétique de la façade par un revêtement extérieur de type enduit ou bardage.

[0004] A ce jour et au regard des contraintes environnementales qui pèsent sur le domaine de la construction en général, les panneaux de façade préfabriqués en béton posent les problèmes suivants :

- une empreinte carbone importante et non conforme aux évolutions règlementaires environnementales,
- un poids rapporté important sur les planchers, qui induit un moment de flexion élevé conduisant à un surdimensionnement des planchers et de l'ensemble de l'ossature du bâtiment,
- une difficulté à traiter les ponts thermiques dans les zones de j onction,
- des systèmes de fixation bridés, n'autorisant aucun jeu du panneau par rapport à l'ossature du bâtiment.

[0005] Les industriels de la préfabrication en béton sont confrontés à ces problématiques et cherchent à les résoudre en développant des solutions visant notamment à :

- trouver un complexe de matériaux pour fabriquer un panneau de façade qui réponde aux objectifs suivants : une épaisseur minimale, une résistance thermique performante, une empreinte carbone faible, avec une résistance mécanique équivalente aux panneaux de façade actuels,
- traiter les ponts thermiques avec l'ossature du bâtiment, notamment au niveau des poteaux et des nez de dalles de plancher,
- assembler efficacement le panneau de façade à l'ossature du bâtiment,
- répondre aux exigences règlementaires en matière d'incendie et notamment au niveau des jonctions façades/planchers et façades/poteaux,
- permettre une rapidité de mise en oeuvre du panneau de façade sur chantier en termes de manutention et de pose.

[0006] A ce jour, les solutions actuelles de panneaux de façade préfabriqués ne répondent pas à ces objectifs.

Exposé de l'invention

[0007] La présente invention vise à pallier ces inconvénients en proposant une nouvelle conception de panneau de façade préfabriqué à partir d'au moins deux matériaux de construction ayant des propriétés différentes et complémentaires, mis en oeuvre judicieusement de manière à combiner leurs propriétés, afin d'aboutir à un compromis entre tous les objectifs visés ci-dessus.

[0008] Dans ce but, l'invention concerne un panneau de construction hybride préfabriqué du genre indiqué en préambule, caractérisé en ce que ledit panneau de construction comporte au moins :

- un corps de panneau, comprimé, réalisé dans ledit premier matériau de construction, moins dense et moins résistant mécaniquement, mais plus résistant thermiquement que le deuxième matériau de construction,
- une ossature, nervurée et armée, noyée dans ledit corps de panneau, réalisée dans ledit deuxième matériau de construction, plus dense et plus résistant mécaniquement, mais moins résistant thermiquement que le premier matériau de construction, et
- des planelles de coffrage agencées pour couler sur chantier des zones de j onction avec d'autres panneaux de construction et/ou un plancher du bâtiment, lesdites planelles de coffrage étant formées dans ledit corps de panneau, et étant intrinsèquement résistantes thermiquement, de sorte à créer une rupture de pont thermique au droit desdites zones de jonction, et

en ce que ladite ossature et ledit corps de panneau sont liés intimement par surmoulage de sorte à former un panneau de construction monobloc, superposable, transportable et autoportant,
et en ce que ledit premier matériau de construction est un béton biosourcé, et ledit deuxième matériau de construction est un béton armé, ledit béton biosourcé comportant un mélange de charges végétales, de liant minéral et d'eau.

[0009] Ainsi, la conception de ce nouveau panneau de construction préfabriqué permet de répondre à tous les objectifs visés ci-dessus, en privilégiant un matériau léger et isolant pour réaliser la majorité du panneau dont sa peau extérieure et son épaisseur, combiné à un matériau plus classique et résistant pour réaliser sa structure rigide.

[0010] Dans une forme préférée de l'invention, ledit premier matériau de construction est un béton biosourcé, et ledit deuxième matériau de construction est un béton armé, permettant ainsi une réduction de l'empreinte carbone par le remplacement d'un matériau carboné (béton armé) par un matériau biosourcé et donc moins carboné.

[0011] Ledit béton biosourcé peut être défini par tout ou partie des propriétés suivantes : une résistance mécanique à la compression comprise entre 3Mpa et 6Mpa, une résistance mécanique à la traction comprise entre 0,5Mpa et 3Mpa, une densité après compression comprise entre 400kg/m^3 et 1500kg/m^3, et une conductivité thermique entre 0,08W/m.K. et 0,20W/m.K. En outre, ledit corps de panneau est avantageusement obtenu par moulage dudit béton biosourcé comprimé à une valeur comprise entre 80 et 150kN/m^2. Ainsi, le panneau de construction obtenu peut être défini au moins par les propriétés suivantes : une résistance mécanique à la compression comprise entre 400 et 500kN/ml, et une densité d'environ 1250kg/m^3, permettant d'atteindre des performances mécaniques adaptées à tout type de façade porteuse dans le cas de bâtiments à un ou plusieurs étages, pour un poids réduit de moitié.

[0012] Ledit béton biosourcé peut comporter un mélange de charges végétales, de liant minéral et d'eau, lesdites charges végétales étant choisies dans le groupe comportant le bois, le miscanthus, la chènevotte de chanvre, la tige de tournesol, ou une combinaison d'au moins deux de ces composants, et ledit liant minéral étant choisi dans le groupe comportant le ciment, le ciment Portland, le laitier de haut fourneau, la chaux, le métakaolin, les argiles calcinées ou une combinaison d'au moins deux de ces composants, permettant là encore de réduire l'impact carbone en fonction du choix du liant notamment en limitant l'emploi du ciment Portland.

[0013] Dans la forme préférée de l'invention, ledit béton biosourcé est un béton de bois comportant des granulats de bois sous une forme choisie dans le groupe comportant des copeaux, des plaquettes, des granulés, présentant une granulométrie inférieure à 20mm, et une quantité comprise entre 160kg/m^3 et 250kg/m^3 dans le mélange béton de bois, le béton de bois représentant un bon compromis entre résistance, isolation, puits de carbone, disponibilité, coût et mise en oeuvre.

[0014] En outre, ledit béton armé peut être choisi parmi un béton ordinaire, un béton à faible empreinte de dioxyde de carbone, un béton fibré, ou une combinaison d'au moins deux de ces matériaux, renforcé par des armatures.

[0015] De manière avantageuse, ladite ossature comporte un réseau de nervures de renfort s'étendant dans deux directions sécantes, dont au moins une nervure inférieure de rive alignée avec le bord inférieur dudit panneau, une nervure supérieure décalée avec le bord supérieur dudit panneau, et au moins deux nervures latérales décalées avec les bords latéraux dudit panneau. Ainsi, ce réseau de nervures associé au corps du panneau assure la stabilité dimensionnelle et le contreventement du panneau, le rendant à lui-seul résistant aux efforts horizontaux et/ou verticaux, et ce quelles que soient sa géométrie et la position des ouvertures qu'il comporte.

[0016] Ledit corps du panneau comporte avantageusement un épaulement prévu au moins dans les bords latéraux et le bord supérieur dudit panneau, lesdits épaulements formant lesdites planelles de coffrage, qui forment intrinsèquement une rupture de pont thermique au droit des zones de jonction.

[0017] Ledit panneau de construction peut comporter en outre, dans la nervure de renfort inférieure de l'ossature, au moins deux réservations borgnes, agencées pour recevoir des moyens de positionnement dudit panneau sur un plancher, facilitant sa mise en oeuvre, et/ou au moins deux réservations traversantes réparties de part et d'autre d'une nervure de renfort centrale, agencées pour recevoir un béton de clavetage avec un plancher, assurant une continuité des armatures des nervures de renfort avec des armatures verticales en attente prévues dans ledit plancher.

[0018] Ledit panneau peut comporter sur sa face externe une peau réalisée dans ledit premier matériau de construction, ce qui présente de former une face externe uniforme ayant d'importantes propriétés d'isolation thermique.

[0019] La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un panneau de construction selon l'invention, comportant les étapes suivantes :

- coulage et compactage d'une première couche du premier matériau de construction dans ledit banc de moulage afin de former une première partie du corps de panneau définissant la face externe du panneau,
- pose de coffrages servant de réservations sur ladite première couche du premier matériau afin de former des rainures,
- avant que la première couche du premier matériau de construction ne soit sèche, coulage et compactage du premier matériau de construction sur ladite première couche du premier matériau de construc-

tion afin de former une seconde partie du corps de panneau définissant la face interne du panneau,
- retrait des coffrages servant de réservations,
- mise en place d'armatures dans lesdites rainures,
- séchage partiel du premier matériau de construction du corps de panneau,
- avant la fin de l'étape de séchage du premier matériau de construction du corps de panneau, coulage du second matériau de construction dans lesdites rainures, afin de former les nervures de l'ossature.

[0020] Grâce à ces dispositions, le panneau selon l'invention peut être fabriqué de façon simple et efficace, de façon à lui conférer une bonne rigidité mécanique.

Brève description des dessins

[0021] La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante de plusieurs modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

[Fig 1] est une vue de face d'un panneau de construction selon l'invention,
[Fig 2] est une vue en coupe longitudinale selon le plan de coupe II-II du panneau de la figure 1,
[Fig 3] est une vue en coupe longitudinale selon le plan de coupe III-III du panneau de la figure 1,
[Fig 4] est une vue en coupe longitudinale selon le plan de coupe IV-IV du panneau de la figure 1,
[Fig 5] est une vue en coupe transversale selon le plan de coupe V-V du panneau de la figure 1,
[Fig 6] est une vue en coupe transversale selon le plan de coupe VI-VI du panneau de la figure 1,
[Fig 7] est une vue en coupe transversale selon le plan de coupe VII-VII du panneau de la figure 1,
[Fig 8] est une vue de face d'un autre panneau de construction selon l'invention comportant des ouvertures,
[Fig 9] est une vue en coupe longitudinale selon le plan de coupe IX-IX du panneau de la figure 8,
[Fig 10] est une vue en coupe transversale selon le plan de coupe X-X du panneau de la figure 8,
[Fig 11] est une vue en coupe transversale du panneau de la figure 1 et d'un plancher lors d'une étape de montage correspondant à la pose du panneau,
[Fig 12] est une vue similaire à la figure 11 lors d'une étape de montage correspondant au coulage des jonctions après ferraillage, et
[Fig 13] est une vue est une vue similaire à la figure 11 lors d'une étape de montage correspondant à la suppression des coffrages et au rebouchage des réservations en pied du panneau.

Description des modes de réalisation

[0022] Dans les exemples de réalisation illustrés, les éléments ou parties identiques portent les mêmes numéros de référence. En outre, les termes qui ont un sens relatif, tels que vertical, horizontal, droite, gauche, avant, arrière, au-dessus, en-dessous, etc. doivent être interprétés dans des conditions normales d'utilisation de l'invention, et telles que représentées sur les figures. Les axes X, Y et Z sont quant à eux définis par un repère orthonormé illustré à la figure 1. Par ailleurs, les positions géométriques indiquées dans la description et les revendications, telles que « perpendiculaire », « parallèle », « symétrique » ne sont pas limitées au sens strict défini en géométrie, mais s'étendent à des positions géométriques qui sont proches, c'est-à-dire qui acceptent une certaine tolérance dans le domaine technique considéré, sans influence sur le résultat obtenu. Cette tolérance est notamment introduite par l'adverbe « sensiblement », sans que ce terme soit nécessairement répété devant chaque adjectif.

[0023] En référence aux figures, le panneau de construction 1, 1' de l'invention est un panneau dit « hybride » ou « composite » car il est issu d'un assemblage judicieux d'au moins deux matériaux de construction différents non miscibles, dont les propriétés physiques se complètent pour atteindre les objectifs visés ci-dessus. En outre, le panneau de construction 1, 1' est préfabriqué, ce qui permet de maîtriser le processus de fabrication de bout en bout, d'obtenir une qualité élevée, contrôlée et reproductible, d'assurer le respect du cahier des charges, de pouvoir fabriquer des panneaux sur-mesure et personnalisés pour tenir compte des ouvertures (fenêtre, porte, porte-fenêtre, balcon) et ainsi d'optimiser et de simplifier la mise en oeuvre sur chantier.

[0024] Le panneau de construction 1, 1' est défini au moins par une hauteur H, une longueur L, une épaisseur E, une face externe FE orientée vers l'extérieur du bâtiment, une face interne FI orientée vers l'intérieur du bâtiment. Ainsi, le panneau de construction 1 est encadré au moins par deux bords latéraux BL, et deux bords longitudinaux, dont un bord inférieur BI et un bord supérieur BS. Il présente dans l'exemple représenté une forme de parallélépipède rectangle, dans laquelle les bords longitudinaux sont destinés à être posés horizontalement et les bords latéraux BL verticalement. Bien entendu, la forme représentée n'est pas exclusive puisque d'autres formes géométriques ou non peuvent être définies en fonction de l'architecture du bâtiment. En outre, le panneau de construction 1 peut être plein, comme dans les figures 1 à 7, ou le panneau de construction 1' peut comporter des ouvertures, telles qu'au moins une ouverture de fenêtre 9 et/ou une ouverture de porte 10, comme dans les figures 8 à 10.

[0025] Selon l'invention, le panneau de construction 1, 1' comporte un corps de panneau 2 réalisé dans un premier matériau de construction, de préférence un béton dit biosourcé, et une ossature 3 nervurée et noyée dans le corps de panneau 2, réalisée dans un deuxième matériau de construction, de préférence un béton dit armé. Le corps de panneau 2 définit ainsi la géométrie et le remplissage du panneau de construction 1, notamment

sa face externe FE, sa face interne FI, son épaisseur E, ses deux bords latéraux BL, son bord supérieur BS et son bord inférieur BI. L'ossature 3 définit ainsi la rigidité du panneau de construction 1. Cependant et comme expliqué ci-après, la conception du panneau de construction 1, 1' permet de combiner les propriétés physiques des deux matériaux de construction, pour atteindre des performances globalement meilleures que les panneaux de construction bi-matériaux connus, puisqu'il est possible d'envisager de construire des bâtiments à plusieurs niveaux au moyen du panneau de construction selon l'invention qui a l'avantage d'être porteur.

[0026] Le béton biosourcé formant le premier matériau de construction du panneau de construction 1, 1' comporte de préférence un mélange de charges végétales, de liant minéral et d'eau. Les charges végétales peuvent être choisies dans le groupe comportant le bois, le miscanthus, la chènevotte de chanvre, la tige de tournesol, ou une combinaison d'au moins deux de ces composants, cette liste n'étant pas exhaustive. Le liant minéral peut être choisi dans le groupe comportant le ciment, le ciment Portland, le laitier de haut fourneau, la chaux, le métakaolin, les argiles calcinées, ou une combinaison d'au moins deux de ces composants, cette liste n'étant pas exhaustive. Il peut être un béton de bois. Dans ce cas, il comporte des granulats de bois, qui peuvent se présenter sous une forme choisie dans le groupe comportant des copeaux, des plaquettes, des granulés, ou similaire. La granulométrie des granulats de bois peut être inférieure à 20mm, et représenter une quantité comprise entre 100 kg/m^3 et 280 kg/m^3 dans le mélange béton de bois.

[0027] Le béton biosourcé et plus particulièrement le béton de bois ciblé est intéressant du fait de ses propriétés physiques qui sont complémentaires à celles du deuxième matériau de construction, à savoir le béton armé. Il présente en effet une résistance mécanique à la compression comprise entre 3Mpa et 6Mpa, une résistance mécanique à la traction comprise entre 0,5Mpa et 3Mpa, une densité après compression comprise entre 400kg/m^3 et 1500kg/m^3, et une conductivité thermique entre 0,08W/m.K. et 0,20W/m.K. Lors de sa mise en oeuvre, le béton de bois est mis sous pression mécanique après coulage dans un banc de moulage, à un niveau de pression pouvant être compris entre 80 et 150kN/m^2. Le choix d'un matériau totalement ou partiellement biosourcé permet de répondre aux objectifs environnements, de créer des puits de carbone, et de réduire ainsi l'empreinte carbone de l'ensemble du panneau de construction 1, 1', de même que son poids jusqu'à environ 50%. d'un panneau classique en tout béton.

[0028] Toutes les valeurs caractérisant les propriétés physiques des matériaux entrant dans la composition du panneau et du panneau obtenu sont issues d'essais réalisés en laboratoire conformément aux normes en vigueur.

[0029] Le béton armé formant le deuxième matériau de construction du panneau de construction 1, 1' peut être choisi parmi un béton ordinaire, un béton à faible empreinte de dioxyde de carbone, un béton fibré, ou une combinaison d'au moins deux de ces matériaux. Il est renforcé par des armatures 8 en acier noyées dans le béton, ayant pour fonctions de renforcer ce deuxième matériau de construction et de conférer au panneau de construction 1, 1' des propriétés mécaniques de résistance à la flexion, à la compression et à la traction. Les armatures 8 peuvent être choisies parmi des barres, des cages, des treillis ou similaires, constitués d'armatures en acier, d'armatures à haute adhérence, d'armatures composites chargées en fibres, ou tout autre type d'armatures équivalentes et compatibles.

[0030] Le béton armé présente en effet une résistance mécanique à la compression comprise entre 25Mpa et 60Mpa avec des armatures classiques du marché, une résistance mécanique à la traction comprise entre 1.5 Mpa et 4.5 Mpa, une densité de l'ordre de 2500kg/m^3, et une conductivité thermique de l'ordre de 2W/m.K.

[0031] Le panneau de construction 1, 1' ainsi obtenu aura une densité d'environ 1250 kg/m^3, soit un poids allégé d'environ 50% par rapport à un panneau tout béton, et une résistance mécanique à la compression comprise entre 400 et 500 kN/ml.

[0032] Le panneau de construction 1, 1' est de préférence fabriqué sur un banc de moulage dans une usine de préfabrication, ou dans une installation de préfabrication foraine sur le chantier ou à proximité du chantier. Plus particulièrement, le corps de panneau 2 est obtenu par coulage du premier matériau de construction dans le banc de moulage sur une épaisseur E, la peau en fond de coffrage ou face inférieure définissant la face externe FE du panneau, et la face supérieure définissant la face interne FI du panneau. Préalablement au coulage, des coffrages peuvent être disposés dans le banc de moulage pour réaliser une géométrie particulière de panneau 1, 1'. Des rainures 4, 5 ont été aménagées du côté de la face interne FI et dans l'épaisseur E par un système de réservations (non représenté) obtenu par des coffrages ou pièces négatives. Des ouvertures traversantes 9, 10 peuvent également être aménagées dans le panneau aux emplacements des fenêtres, portes ou autres baies, par un système de réservations traversantes obtenu par des coffrages. Après l'opération de coulage et avant l'opération de séchage, le corps du panneau 2 est mis sous une pression déterminée par tout système de presse adapté, pour compacter le matériau ayant pour effet d'augmenter la densité et les propriétés de résistance mécanique du premier matériau de construction, comme énoncé ci-dessus. Après l'opération de compression, l'ossature 3 est obtenue par coulage du deuxième matériau de construction pour former des nervures 6, 7 dans les rainures 4, 5 du corps de panneau 2 servant de coffrage. Préalablement au coulage du corps de panneau 2 et/ou de l'ossature 3, des armatures 8 peuvent être positionnées dans le banc de moulage sur des cales et/ou directement dans les rainures 4, 5 pour armer les nervures 6, 7 de l'ossature 3. Des inserts de levage peu-

vent également être mis en place au moment de la mise en place de ces armatures. L'ossature 3 est coulée avant le séchage complet du corps de panneau 2 pour obtenir une adhérence forte entre les deux matériaux du corps de panneau 2 et de l'ossature 3. Lors du coulage du béton de l'ossature 3, le béton va s'infiltrer dans les interstices créés en surface par le premier matériau dans les rainures 4, 5 créant une accroche mécanique entre les deux matériaux du corps de panneau 2 et de l'ossature 3 augmentant encore leur adhérence. Le panneau de construction 1, 1' peut intégrer en fonction du cahier des charges, des coffrages additionnels pour former des réservations pour les passages des gaines techniques (plomberie, électricité, etc.). Ce procédé de fabrication permet une adhérence forte entre les différents matériaux de construction et les armatures 8, créant ainsi une liaison intime entre deux parties constitutives dudit panneau, de sorte à obtenir un panneau de construction 1, 1' monobloc, facilement superposable, transportable, et manipulable.

[0033] L'ossature 3 comporte plus particulièrement un réseau de nervures de renfort 6, 7 s'étendant dans deux directions sécantes, préférentiellement perpendiculaires. Elle comporte au moins une nervure inférieure 6 de rive alignée avec le bord inférieur BI du panneau, une nervure supérieure 6 décalée avec le bord supérieur BS du panneau, et au moins deux nervures latérales 7 décalées avec les bords latéraux BL dudit panneau. Dans l'exemple de la figure 1, le panneau de construction 1 est plein, sans ouverture, et l'ossature 3 comporte deux nervures horizontales 6, correspondant aux deux nervures inférieure et supérieure, et trois nervures verticales 7, dont une nervure centrale et les deux nervures latérales. Dans l'exemple de la figure 8, le panneau de construction 1' est ajouré et comporte deux ouvertures dont une ouverture de fenêtre 9 et une ouverture de porte 10. Dans ce cas, l'ossature 3 comporte deux nervures horizontales 6, correspondant aux deux nervures inférieure et supérieure, et sept nervures verticales 7, dont la nervure centrale, les deux nervures latérales, et quatre nervures additionnelles situées de part et d'autre des ouvertures 9, 10. Ces exemples ne soient limitatifs, et toute autre combinaison de nervures verticales et/ou horizontales est possible.

[0034] Les nervures de renfort 6, 7 qui constituent l'ossature 3 en béton armé permettent un fonctionnement hybride des deux matériaux de construction, tant pour les charges horizontales que verticales, et permettent d'atteindre des performances bien supérieures à celles de n'importe quel matériau de construction biosourcé utilisé seul, comme des panneaux en chanvre, des panneaux en béton de bois.

[0035] Les nervures de renfort 6 horizontales peuvent présenter une section de béton armé comprise entre 15x15cm et 25x50cm, sans que ces valeurs ne soient limitatives. Les nervures de renfort 7 verticales sont adaptées aux sollicitations et peuvent être espacées entre 0.50 à 6.00m. Ainsi, leur espacement peut être adapté aux réservations pour aménager des ouvertures 9, 10 dans le panneau de construction 1, 1'. Dans le cas de petites réservations, inférieures par exemple à 1.00x1.00m, celles-ci seront traités par un simple cadre en béton armé, en remplacement des nervures de renfort filantes.

[0036] Le panneau de construction 1, 1' comporte en outre des planelles de coffrage 11, 12 permettant de couler sur chantier des zones de jonction ZJ entre deux panneaux de construction 1, 1' consécutifs et entre le panneau de construction 1, 1' et un plancher P (figures 12 et 13). Dans les exemples représentés, les planelles de coffrage 11, 12 sont formées par des épaulements 11', 12' ménagés dans les deux bords latéraux BL et dans le bord supérieur BS du corps de panneau 2. Compte tenu de la faible conductivité thermique du béton biosourcé, entre 0,08W/m.K. et 0,20W/m.K., soit au moins 10 fois moins que le béton classique, les planelles de coffrage 11, 12 sont intrinsèquement thermiquement isolantes et permettent d'assurer une fonction de rupture de pont thermique au droit des zones de jonction ZJ. En outre, ces planelles de coffrage 11, 12, faisant partie du corps de panneau 2, dans la continuité de la face externe FE et constituées du même matériau, ne seront soumises à aucune contrainte liée à des dilations différentes, des liaisons entre matériaux différents, et assureront une intégrité de la face externe FE dans le temps.

[0037] Les zones de jonction ZJ peuvent en outre être complétées sur chantier, en fonction du cahier des charges, par un matériau isolant thermiquement additionnel avant coulage des zones de jonction, des organes d'étanchéité pour reprendre les poussées de coulage, etc.

[0038] Le panneau de construction 1, 1' comporte en outre dans la nervure de renfort 6 inférieure au moins deux réservations borgnes 13, agencées pour s'emboiter sur deux clefs en béton prévues sur le plancher P afin de faciliter la mise en place et le maintien dudit panneau en phase provisoire. Bien entendu, tout autre moyen de positionnement du panneau sur le plancher en phase provisoire, tel qu'un système mécanique de type goujons ou similaire, peut convenir.

[0039] Le panneau de construction 1, 1' comporte également dans la nervure de renfort 6 inférieure au moins deux réservations traversantes 14 réparties de part et d'autre d'une nervure de renfort 7 centrale, pour le coulage des zones de clavetage avec le plancher P. Ces réservations traversantes 14 sont agencées pour assurer la continuité des armatures 8 des nervures de renfort 7 et des armatures verticales en attente prévues dans le plancher P.

[0040] En référence à présent aux figures 11 à 13, la pose d'un panneau de construction 1, 1' selon l'invention fait appel aux techniques classiques, telles que le levage du panneau de construction par un engin de levage (non représenté) via des élingues 15 fixées dans des inserts de levage (non représentés) prévus dans le panneau, selon la figure 11, en direction d'un plancher P. Le plan-

cher P est dans l'exemple représenté constitué d'une prédalle PD en appui sur une nervure de renfort 6 supérieure d'un panneau de construction 1 d'un étage inférieur, et d'une dalle de compression DC coulée sur la prédalle PD, après la pose d'un garde-corps 16. La planelle de coffrage 12 supérieure du panneau de construction 1 de l'étage inférieur, assure le coffrage du nez de dalle formant un arrêt de bétonnage lors du coulage de la dalle de compression DC.

[0041] Le plancher P comporte en bord de rive des clés en béton 17, c'est-à-dire des pièces en relief, rapportées ou intégrées, sur lesquelles sont alignées les réservations borgnes 13 prévues dans la nervure de renfort 6 de la rive inférieure du panneau. Lorsque le panneau de construction 1 est déposé sur le plancher P, et les clés en béton 17 sont logées dans les réservations borgnes 13, le panneau est maintenu provisoirement à l'aide d'étais tire-pousse 18 (voir figure 13). Les réservations 13 en partie basse permettent un réglage de l'horizontalité, tandis que les étais tire-pousse 18 permettent un réglage de la verticalité et de l'inclinaison du panneau. Les zones de jonction ZJ verticales entre deux panneaux de construction 1, 1' consécutifs sont coffrées par l'ajout d'une planche de coffrage 19, par exemple vissée directement dans le béton de bois du corps de panneau 2, et sont ferraillées par l'ajout d'armatures de liaison 20 verticales, selon la figure 12.

[0042] Les planelles de coffrage 11, 12 en béton de bois servent à la fois d'arrêt de bétonnage pour le clavetage des zones de jonction ZJ verticales, que lors du coulage de la dalle de compression DC du plancher P (voir panneau de construction 1 de l'étage inférieur sur les figures 11 à 13). Préalablement au coulage des zones de jonction ZJ, un isolant complémentaire 22 peut être ajouté dans les planelles de coffrage 11, 12.

[0043] Pour finir, un béton de clavetage est coulé dans les réservations traversantes 14 en pied du panneau de construction 1 pour assurer une continuité mécanique entre les armatures 8 de la nervure de renfort 7 centrale et des armatures en attente saillante du plancher P. La partie haute des réservations traversantes 14 est rebouchée par un bloc 21 de béton de bois ou similaire collé au mortier. Lorsque le panneau de construction 1 est posé, le garde-corps 16 peut être retiré.

[0044] Les travaux de finition de la façade côté face externe FE du bâtiment peuvent comporter à minima un enduit à la chaux avec entoilage au droit des joints, ou à défaut un bardage avec pare-pluie intégré. Les panneaux de construction 1, 1' côté face interne FI peuvent être complétés par un doublage intérieur isolant.

[0045] L'assemblage et la combinaison des matériaux de construction de natures différentes permet d'optimiser l'épaisseur du panneau de construction 1, 1' tout en répondant aux aspects environnementaux (empreinte carbone, emploi de matériaux biosourcés, recyclage, etc.), aux contraintes acoustiques et structurelles, ainsi qu'aux exigences spécifiques liées à sa fonction de mur de façade porteur dans le bâtiment.

[0046] La présente invention n'est bien entendu pas limitée aux exemples de réalisation décrits mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme du métier dans la limite des revendications annexées. En outre, les caractéristiques techniques des différents modes de réalisation et variantes mentionnés ci-dessus peuvent être, en totalité ou pour certaines d'entre elles, combinées entre elles.

Revendications

1. Panneau de construction (1, 1') hybride préfabriqué, notamment pour façade de bâtiment, ledit panneau étant défini au moins par une face externe (FE) et une face interne (FI), une épaisseur (E) séparant les faces externe et interne, deux bords latéraux (BL) et deux bords longitudinaux, dont un bord inférieur (BI) et un bord supérieur (BS), ledit panneau de construction étant réalisé en au moins deux matériaux de construction différents, un premier et un deuxième matériaux de construction, ayant des propriétés physiques complémentaires,

   caractérisé en ce que ledit panneau de construction (1, 1') comporte au moins :

   - un corps de panneau (2), comprimé, réalisé dans ledit premier matériau de construction, moins dense et moins résistant mécaniquement, mais plus résistant thermiquement que le deuxième matériau de construction,
   - une ossature (3), nervurée et armée, noyée dans ledit corps de panneau (2), réalisée dans ledit deuxième matériau de construction, plus dense et plus résistant mécaniquement, mais moins résistant thermiquement que le premier matériau de construction, et
   - des planelles de coffrage (11, 12) agencées pour couler sur chantier des zones de jonction (ZJ) avec d'autres panneaux de construction et/ou un plancher (P) du bâtiment, lesdites planelles de coffrage étant formées dans ledit corps de panneau (2), et étant intrinsèquement résistantes thermiquement, de sorte à créer une rupture de pont thermique au droit desdites zones de jonction (ZJ), et

   en ce que ladite ossature (3) et ledit corps de panneau (2) sont liés intimement par surmoulage de sorte à former un panneau de construction monobloc, superposable, transportable et autoportant,
   et **en ce que** ledit premier matériau de construction est un béton biosourcé, et ledit deuxième

matériau de construction est un béton armé, ledit béton biosourcé comportant un mélange de charges végétales, de liant minéral et d'eau.

2. Panneau de construction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit béton biosourcé est défini par tout ou partie des propriétés suivantes : une résistance mécanique à la compression comprise entre 3Mpa et 6Mpa, une résistance mécanique à la traction comprise entre 0,5Mpa et 3Mpa, une densité après compression comprise entre 400kg/m^3 et 1500kg/m^3, et une conductivité thermique entre 0,08W/m.K. et 0,20W/m.K.

3. Panneau de construction selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit corps de panneau (2) est obtenu par moulage dudit béton biosourcé comprimé à une valeur comprise entre 80 et 150kN/m^2.

4. Panneau de construction selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** ledit panneau de construction est défini au moins par les propriétés suivantes : une résistance mécanique à la compression comprise entre 400 et 500kN/ml, et une densité d'environ 1250kg/m^3.

5. Panneau de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** lesdites charges végétales sont choisies dans le groupe comportant le bois, le miscanthus, la chènevotte de chanvre, la tige de tournesol, ou une combinaison d'au moins deux de ces composants, et ledit liant minéral est choisi dans le groupe comportant le ciment, le ciment Portland, le laitier de haut fourneau, la chaux, le métakaolin, les argiles calcinées ou une combinaison d'au moins deux de ces composants.

6. Panneau de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit béton biosourcé est un béton de bois comportant des granulats de bois sous une forme choisie dans le groupe comportant des copeaux, des plaquettes, des granulés, présentant une granulométrie inférieure à 20mm, et une quantité comprise entre 160kg/m^3 et 250kg/m^3 dans le mélange béton de bois.

7. Panneau de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit béton armé est choisi parmi un béton ordinaire, un béton à faible empreinte de dioxyde de carbone, un béton fibré, ou une combinaison d'au moins deux de ces matériaux, renforcé par des armatures (8).

8. Panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ladite ossature (3) comporte un réseau de nervures de renfort (6, 7) s'étendant dans deux directions sécantes, dont au moins une nervure inférieure (6) de rive alignée avec le bord inférieur (BI) dudit panneau, une nervure supérieure (6) décalée avec le bord supérieur (BS) dudit panneau, et au moins deux nervures latérales (7) décalées avec les bords latéraux (BL) dudit panneau.

9. Panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit corps du panneau (2) comporte un épaulement (11', 12') prévu au moins dans les bords latéraux (BL) et le bord supérieur (BS) dudit panneau, lesdits épaulements formant lesdites planelles de coffrage (11, 12).

10. Panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**il comporte, dans la nervure de renfort (6) inférieure de l'ossature (3), au moins deux réservations borgnes (13), agencées pour recevoir des moyens de positionnement dudit panneau sur un plancher (P).

11. Panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**il comporte, dans la nervure de renfort (6) inférieure de l'ossature (3), au moins deux réservations traversantes (14) réparties de part et d'autre d'une nervure de renfort (7) centrale, agencées pour recevoir un béton de clavetage avec un plancher (P) et assurer la continuité des armatures (8) des nervures de renfort (7) et des armatures verticales en attente prévues dans ledit plancher (P).

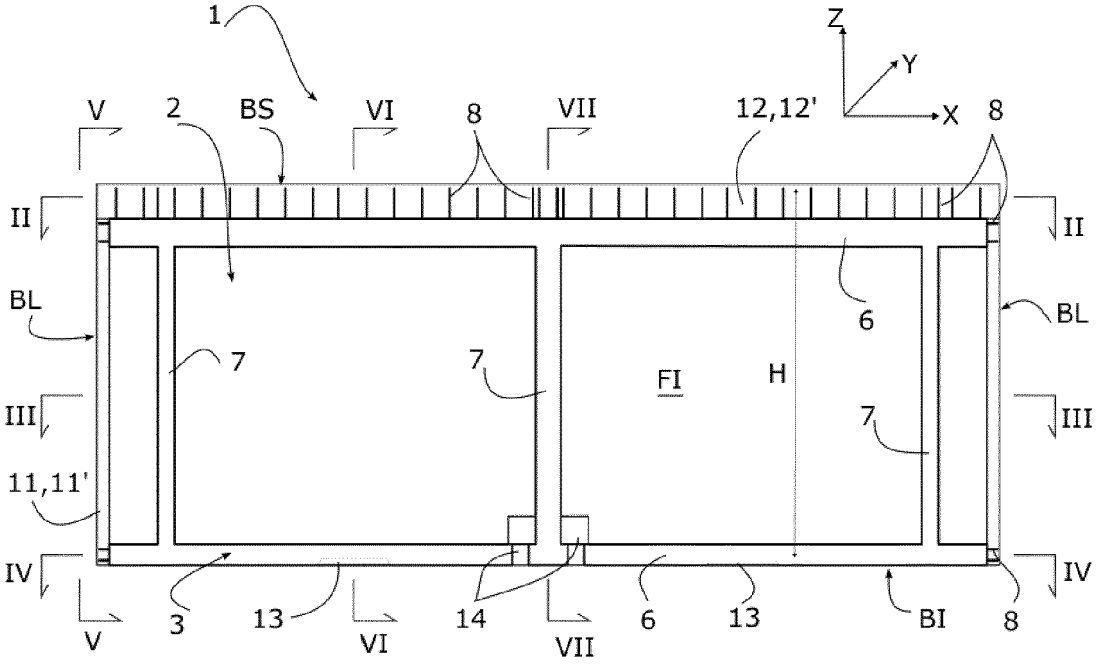
12. Panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**il comporte sur sa face externe (FE) une peau réalisée dans ledit premier matériau de construction.

13. Procédé de fabrication d'un panneau de construction selon l'une des revendications 1 à 12, comportant les étapes suivantes :

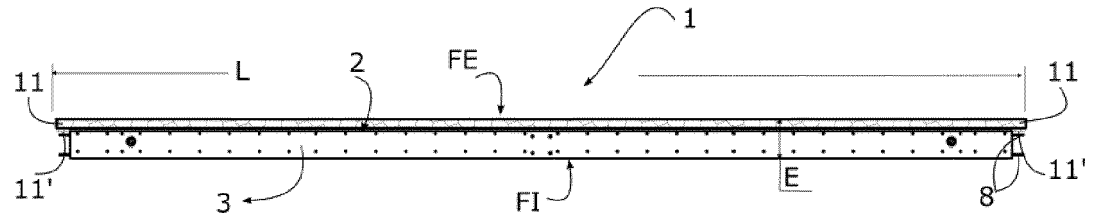
- coulage et compactage d'une première couche du premier matériau de construction dans ledit banc de moulage afin de former une première partie du corps de panneau (2) définissant la face externe (FE) du panneau,
- pose de coffrages servant de réservations sur ladite première couche du premier matériau afin de former des rainures (4, 5),
- avant que la première couche du premier matériau de construction ne soit sèche, coulage et compactage du premier matériau de construction sur ladite première couche du premier matériau de construction afin de former une seconde partie du corps de panneau (2) définissant la face interne (FI) du panneau,
- retrait des coffrages servant de réservations,

- mise en place d'armatures (8) dans lesdites rainures (4, 5),
- séchage partiel du premier matériau de construction du corps de panneau (2),
- avant la fin de l'étape de séchage du premier matériau de construction du corps de panneau (2), coulage du second matériau de construction dans lesdites rainures (4, 5), afin de former les nervures (6, 7) de l'ossature (2).

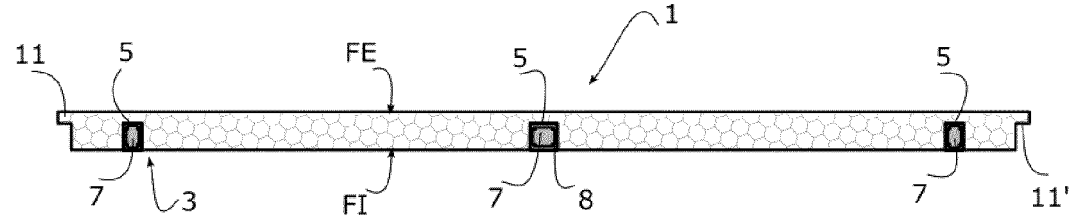
[Fig 1]



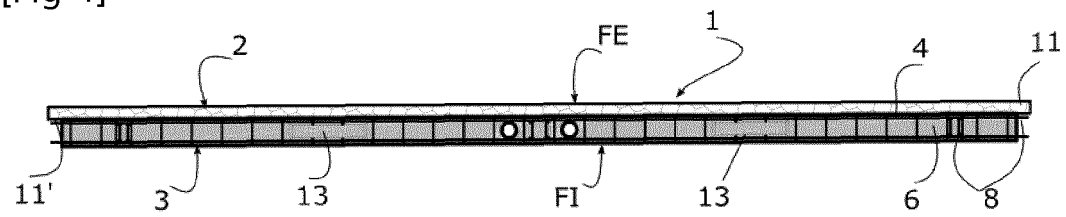
[Fig 2]



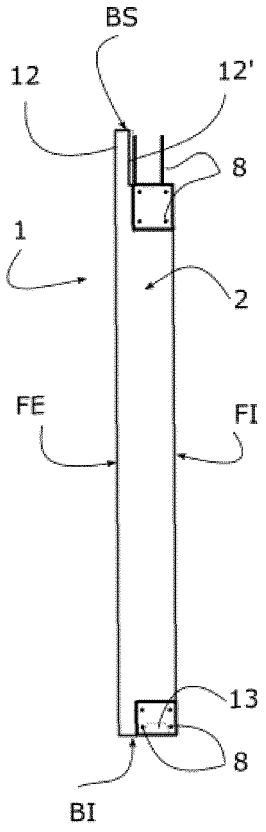
[Fig 3]



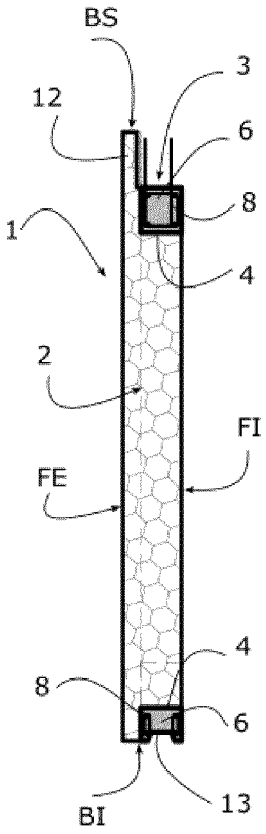
[Fig 4]



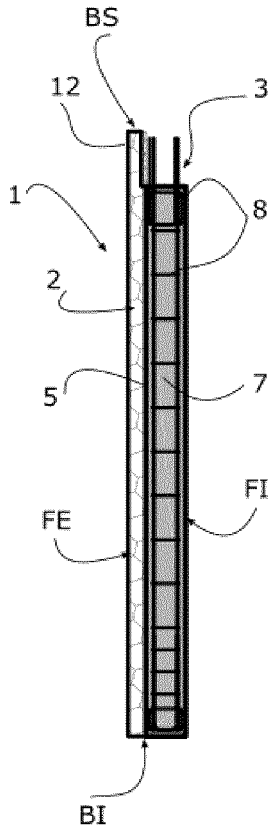
[Fig 5]



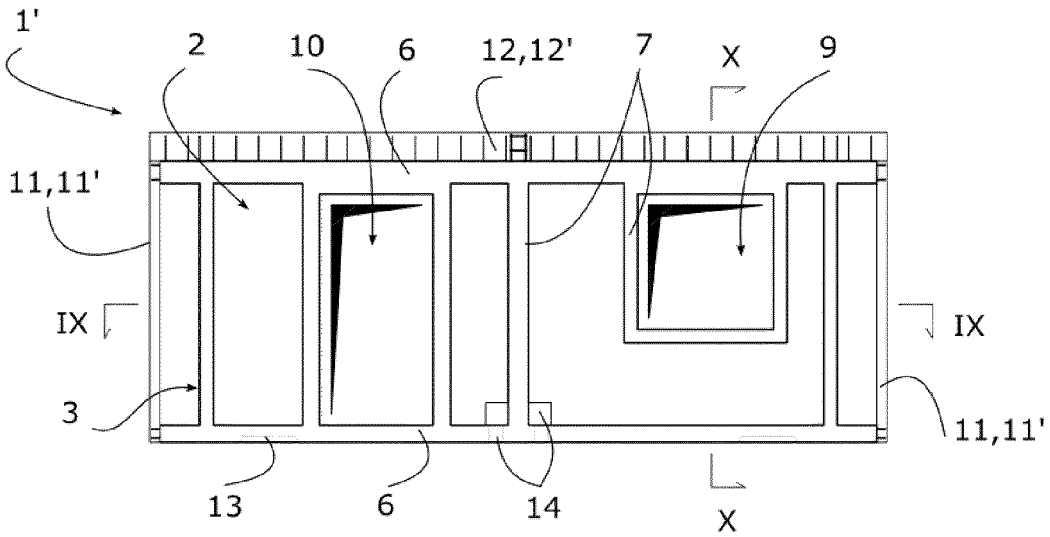
[Fig 6]



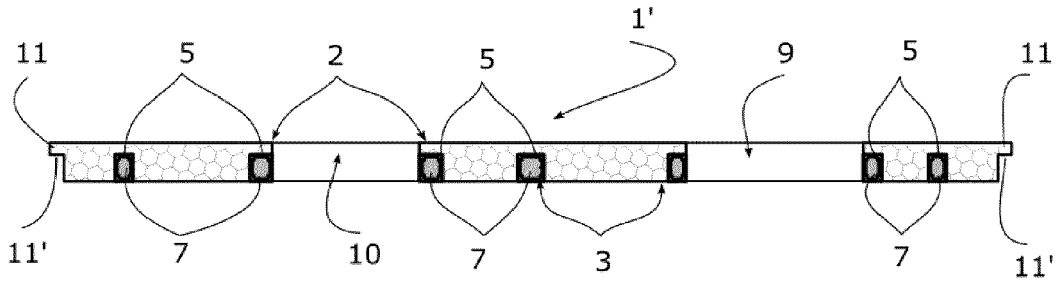
[Fig 7]



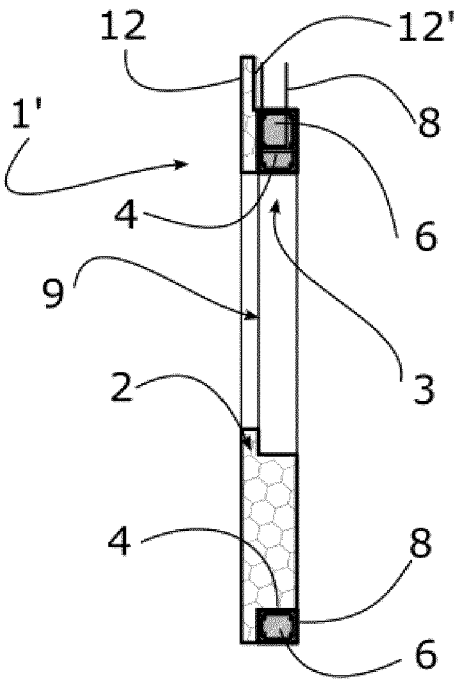
[Fig 8]



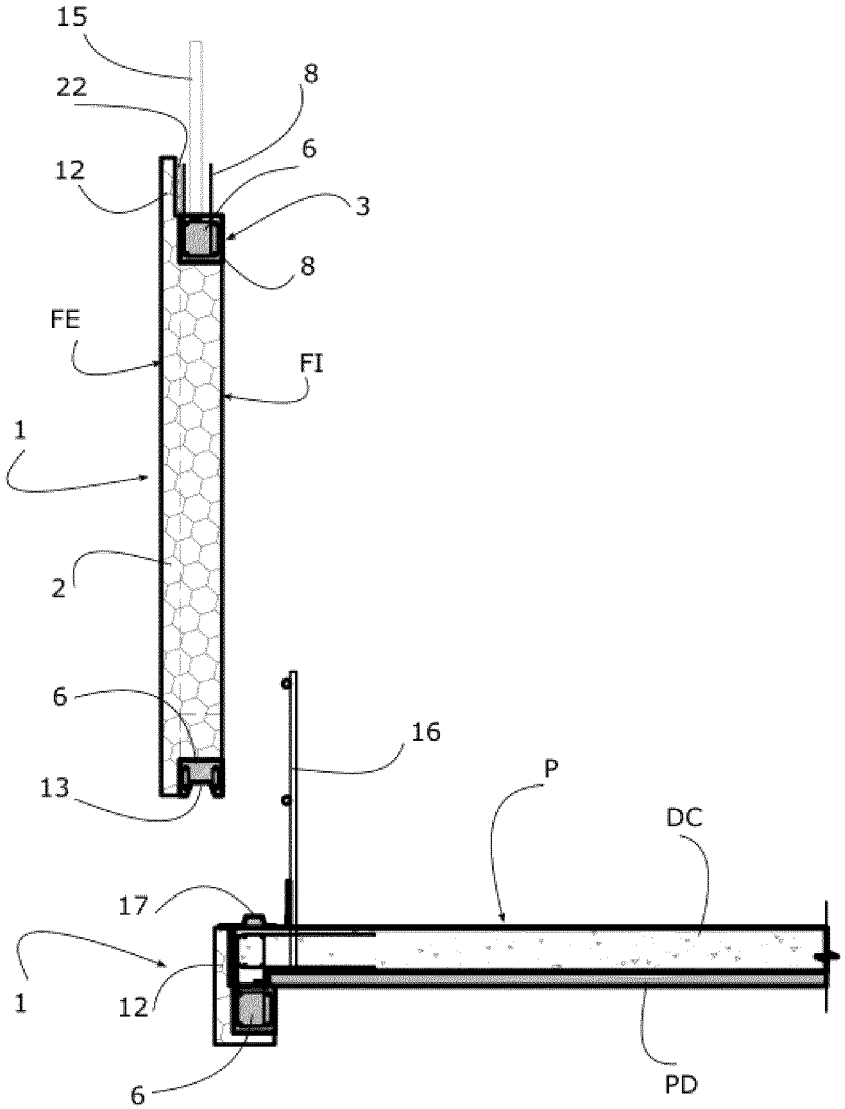
[Fig 9]



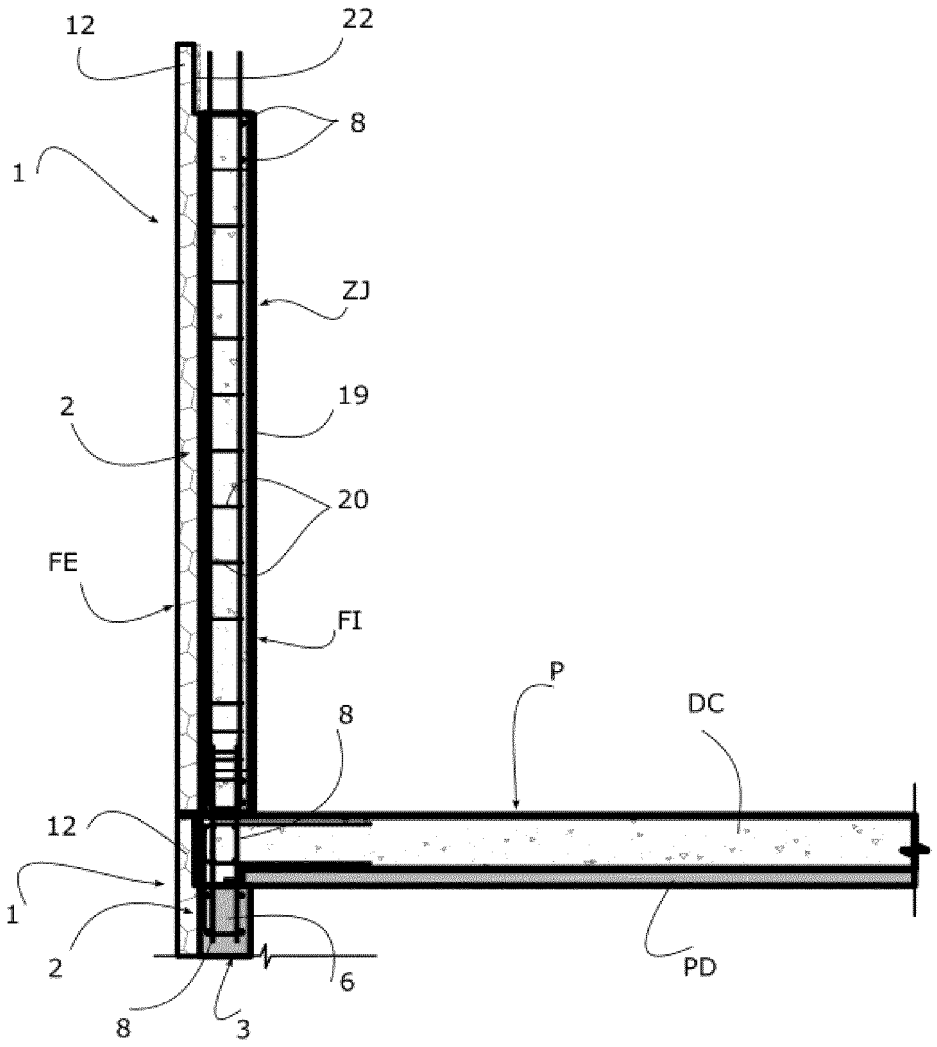
[Fig 10]



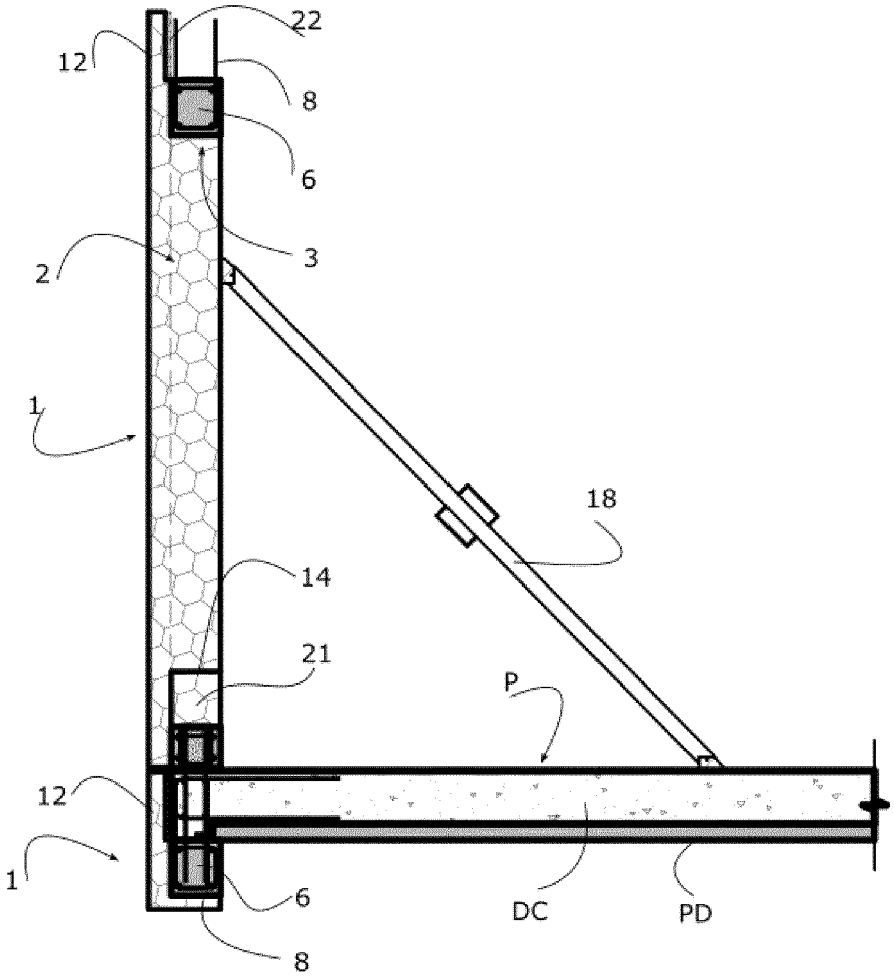
[Fig11]



[Fig 12]



[Fig 13]



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 23 21 1260

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 3 006 639 A1 (TECNOSTRUTTURE SRL [IT]) 13 avril 2016 (2016-04-13) * alinéas [0045] - [0053], [0088] - [0094], [0114], [0115]; figure 6 *	1-13	INV. E04B1/04 E04C2/288 E04B2/00 E04C2/04
A	DE 20 60 128 A1 (LUXIT TICINO S A) 15 juin 1972 (1972-06-15) * page 1, dernier alinéa - page 2, alinéa 3; figure 1 *	1-13	ADD. E04C2/38 E04C2/00 E04B1/16
A	FR 1 156 446 A (& CONTROLES IND ET) 16 mai 1958 (1958-05-16) * page 2, colonne 1, lignes 1-11; figures 1-6 *	1-13	
A	FR 2 076 555 A5 (MIDI TRAVAUX) 15 octobre 1971 (1971-10-15) * abrégé; figure 1 *	1-13	
T	EP 4 194 631 A1 (LESAGE DEV S A S [FR]) 14 juin 2023 (2023-06-14) * le document en entier *		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
E04C E04B B28B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	29 novembre 2023	Couprie, Brice

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 23 21 1260

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 members 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.

29-11-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3006639 A1	13-04-2016	AUCUN	
DE 2060128 A1	15-06-1972	CH 505958 A	15-04-1971
		DE 2060128 A1	15-06-1972
FR 1156446 A	16-05-1958	AUCUN	
FR 2076555 A5	15-10-1971	AUCUN	
EP 4194631 A1	14-06-2023	EP 4194631 A1	14-06-2023
		FR 3130300 A1	16-06-2023

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- CN 103114663 B **[0002]**
- EP 2615218 A1 **[0002]**
- CN 108425451 B **[0002]**