



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33088 B1** (51) Cl. internationale : **E04B 2/70**
(43) Date de publication : **01.03.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34086**
(22) Date de Dépôt : **11.08.2011**
(30) Données de Priorité : **12.08.2010 FR 10/03353**
(71) Demandeur(s) : **LES CONSTRUCTIONS DASSE, RUE CANTE CIGALE, 40260 CASTETS (FR)**
(72) Inventeur(s) : **Jean-Paul SAINT MARTIN**
(74) Mandataire : **SABA & CO**

-
- (54) Titre : **PANNEAU MODULAIRE A VOILE CENTRAL ET ISOLATION REPARTIE**
(57) Abrégé : UN PANNEAU MODULAIRE (11,12) POUR BATIMENT PREFABRIQUES QUI COMPREND UN VOILE CENTRAL (111) , UN GARNISSAGE INTERIEUR CONSTITUE D'AU MOINS UN ELEMNET ISOLANT INTERNE (112) ET D'AU MOINS UN ELEMENT DE PAREMENT INTERNE (114), UN HABILLAGE EXTERIEUR CONSTITUE D'AU MOINS UN ELEMENT ISOLANT EXTERNE (113) ET D'AU MOINS UN ELEMENT DE PAREMENT EXTERNE (115), LE VOILE CENTRAL (111) ETANT COMPOSÉ D'AU MOINS UNE COUCHE (111A) ET LE PANNEAU (11,12) COMPORTANT EN OUTRE UN MONTANT-PORTEUR (116) SITUÉ LE LONG D'UN DES BORDS LATÉRAUX DUDIT PANNEAU MODULAIRE (11,12) ET JOINTIF AU GARNISSAGE INTÉRIEUR , LES ÉLÉMENTS ISOLANT (112) ET DE PAREMENT (114) INTERNES ÉTANT MOINS LARGES QUE LES ÉLÉMENTS ISOLANT (113) ET DE PAREMENT (115) EXTERNES ET QUE LE VOILE CENTRAL (111), CETTE DIFFÉRENCE DE LARGEUR CORRESPONDANT À LA LARGEUR DU MONTANT-PORTEUR (116) DÉPASSANT LATÉRALEMENT D'UN BORD DU PANNEAU (11,12) SONT ASSEMBLÉS ENTRE EUX POUR FORMER UNE FAÇADE 1, LEDIT MONTANT-PORTEUR (116) ASSURANT À LA FOIS LA TENUE MÉCANIQUE DU BATIMENT ET LA LIAISON MÉCANIQUE ENTRE DEUX PANNEAUX (11,12) ADJACENTS TOUT EN PARTICIPANT À LA RUPTURE DES PONTS THERMIQUES.

ABREGE

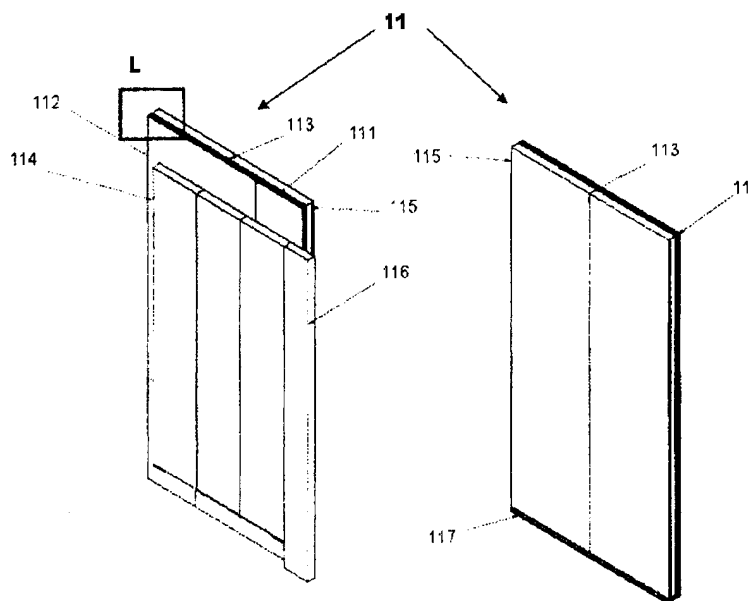
Un panneau modulaire (11,12) pour bâtiments préfabriqués qui comprend un voile central (111), un garnissage intérieur constitué d'au moins un élément isolant interne (112) et d'au moins un élément de parement interne (114), un habillage

5 extérieur constitué d'au moins un élément isolant externe (113) et d'au moins un élément de parement externe (115), le voile central (111) étant composé d'au moins une couche (111a) et le panneau (11, 12) comportant en outre un montant-porteur (116) situé le long d'un des bords latéraux dudit panneau modulaire (11,12) et jointif au garnissage intérieur, les éléments isolant (112) et de parement

10 (114) internes étant moins larges que les éléments isolant (113) et de parement (115) externes et que le voile central (111), cette différence de largeur correspondant à la largeur du montant-porteur (116) dépassant latéralement d'un bord du panneau (11,12) pour pouvoir chevaucher deux tels panneaux (11,12) consécutifs lorsque des panneaux (11,12) sont assemblés entre eux pour former

15 une façade 1, ledit montant-porteur (116) assurant à la fois la tenue mécanique du bâtiment et la liaison mécanique entre deux panneaux (11,12) adjacents tout en participant à la rupture des ponts thermiques.

Figure : Figure 3.



33088
E 1 MARS 2012

PANNEAU MODULAIRE A VOILE CENTRAL ET ISOLATION REPARTIE

[0001] La présente invention concerne un système constructif modulaire démontable par panneau à voile central et isolation répartie pour murs-porteurs de bâtiments respectant les directives du Grenelle de l'Environnement (principalement sur la base de la Réglementation Thermique 2012 (Bâtiment Basse Consommation)).

[0002] Les bâtiments construits actuellement selon un système constructif modulaire démontable comprennent, en général, et principalement :

- Des panneaux-murs porteurs monobloc : constitués d'un cadre en bois, d'isolant en polystyrène extrudé, et des parements interne et externe en tôle ;
- Des fermes en treillis métallique.

[0003] Ces panneaux-murs porteurs monobloc ont une très grande stabilité et sont entièrement fabriqués et pré-assemblés en usine. Chaque ossature est composée de deux montants en pin des Landes, d'une traverse basse en PVC drainée et d'un remplissage à isolation thermique renforcée avec un parement interne et externe en tôle d'acier laqué assurant étanchéité et finition. Le remplissage peut néanmoins intégrer des menuiseries montées et vitrées en atelier. L'assemblage contigu de panneaux-murs constitue des montants-porteurs après assemblage et boulonnage des éléments.

[0004] Ces éléments sont portables par au plus quatre hommes, entièrement fabriqués et pré-assemblés en usine. Ceci permet une grande rapidité des travaux d'exécution sur site et un démontage simple pour les opérations de transfert. La dimension des éléments ne nécessite pas l'emploi de systèmes « lourds » pour le levage et la manutention. Le transport du lieu de production au chantier se fait « à plat » avec des volumes très compacts. Excepté le soubassement en maçonnerie, la totalité des éléments mis en œuvre est récupérable du fait même du type d'assemblage adopté.

[0005] On connaît par ailleurs la demande de brevet internationale WO2009105468 (déposée en février 2009 sous priorité de documents américains de 2008 au nom de David Gibson). Ce document divulgue un système de panneaux de construction et leur mode de fabrication. En outre, chaque panneau comprend un voile central qui constitue une âme pleine assurant au moins une partie de l'intégrité de la structure et de la reprise de charge. Ledit voile central est entouré de part et d'autre par une couche d'isolant, et au moins une des couches d'isolant est recouverte d'un parement (qui peut donc être interne et/ou externe). L'intégrité de la structure peut être assurée aussi par les isolants et les parements. Cependant, le système d'assemblage envisagé nécessite l'utilisation d'éléments tiers pour assurer l'étanchéité et l'isolation à la jonction de deux panneaux (pour amoindrir les ponts thermiques) ainsi que la reprise de charge.

[0006] On entend, par pont thermique, toute zone dans un bâtiment qui présente une diminution de résistance thermique, comme par exemple à la jonction de deux parois.

[0007] On connaît aussi le document DE29518859 qui divulgue un panneau formé de plusieurs couches. Ce panneau requiert l'utilisation d'un élément tiers pour l'assembler à un panneau juxtaposé de même nature, ou bien d'un prolongement profilé d'une des couches de revêtement conjointement à l'insertion d'un insert pour le calage de l'assemblage.

[0008] Ces systèmes ne sont plus toujours adaptés à la réglementation en vigueur (directives du Grenelle de l'Environnement et mise en place de la RT 2012 par exemple). Ils nécessitent aussi, d'un point de vue structurel, des compléments de prestation (croix de stabilité, contreventements, portiques...) qui alourdissent la structure-même de l'ouvrage et les justifications techniques induites.

[0009] La présente invention vise à pallier ces inconvénients d'un point de vue structurel en intégrant à la fois un voile central contreventant et un montant-porteur assurant à la fois la reprise des charges verticales ainsi que la liaison entre panneaux, de sorte que l'assemblage voile-montant rend aussi le système contreventant, ce qui n'était pas réalisé auparavant dans le domaine de la construction bois (ossatures).

[0010] On entend par « contreventant » un système statique destiné à assurer la stabilité globale d'un ouvrage vis-à-vis des effets horizontaux issus des éventuelles actions sur celui-ci (par exemple : vent, séisme, etc.). Un élément contreventant sert également à stabiliser localement certaines parties de l'ouvrage
5 relativement aux phénomènes d'instabilité (flambage ou déversement).

[0011] A cet effet, est proposé, suivant un premier aspect de l'invention, un panneau modulaire pour bâtiments préfabriqués comprenant :

- Un voile central,
- Un garnissage intérieur constitué d'au moins un élément isolant interne et d'au moins un élément de parement interne,
10
- Un habillage extérieur constitué d'au moins un élément isolant externe et d'au moins un élément de parement externe,

le voile central étant composé qu'au moins une couche, de préférence d'une à trois couches, de préférence deux couches, et le panneau comportant en outre un
15 montant-porteur situé le long d'un des bords latéraux dudit panneau modulaire et jointif au garnissage intérieur, les éléments isolant et de parement internes étant moins larges que les éléments isolant et de parement externes et que le voile central, cette différence de largeur correspondant à la largeur du montant-porteur dépassant latéralement du bord du panneau auquel il est fixé pour pouvoir
20 chevaucher deux panneaux consécutifs lorsque des panneaux de ce type sont assemblés entre eux pour former une façade 1, ledit montant-porteur assurant à la fois la tenue mécanique du bâtiment et la liaison mécanique entre deux panneaux adjacents tout en participant à la rupture des ponts thermiques.

[0012] La jonction entre le voile central et le montant-porteur rend ainsi le
25 panneau contreventant. Ceci peut encore être renforcé avec une lisse de répartition positionnée en partie haute du panneau.

[0013] On entend par « jointif » que le montant-porteur est juxtaposé au garnissage intérieur.

[0014] Le montant-porteur est, de préférence, un élément élancé de type pilier,
30 poteau ou encore colonne. Ses dimensions, ainsi que le matériau qui le constituent, permettent d'assurer à la fois la tenue mécanique du bâtiment et la

liaison mécanique entre deux panneaux adjacents, et d'amoindrir les ponts thermiques en collaboration avec l'isolant extérieur.

[0015] Ainsi, la présente invention résout les problèmes liés aux parois froides et plus particulièrement les effets de pont thermique aux différents points cruciaux du bâtiment (par exemple aux liaisons plancher-mur, mur-plafond, mur-menuiserie...).

[0016] Selon un mode préférentiel de réalisation, le voile central est composé d'au moins une couche, de préférence d'un matériau choisi parmi le contreplaqué, l'OSB (Oriented Strand Board, ou c'est-à-dire les matériaux à lamelles minces orientées), les matériaux constitués de particules agglomérées, et le bois. De préférence, le bois choisi est du pin maritime.

[0017] Avantageusement, chaque couche composant le voile central a une épaisseur comprise entre 25 mm (millimètres) et 100 mm, de préférence entre 35 mm et 80 mm, de préférence, 50 mm.

[0018] Et selon un mode particulier de réalisation, le voile central a une épaisseur totale de préférence inférieure ou égale à 100 mm, c'est-à-dire au maximum égale à 100 mm.

[0019] Les panneaux ainsi constitués ont une dimension standard de 1,80 m de large sur 3,45 m de hauteur environ, avec la possibilité de générer des panneaux spéciaux de formats différents, ou par combinatoire d'éléments, pour obtenir une nomenclature de panneaux pleins et avec ouvertures selon la destination finale du composant standard.

[0020] Ainsi, l'invention permet aussi de standardiser les ouvertures pour faciliter l'industrialisation de la fabrication et le contrôle de la mise en œuvre au regard du critère de perméabilité à l'air et à l'eau, ainsi que pour le contrôle solaire.

[0021] Selon un mode préférentiel de réalisation, le voile central est composé d'au moins une couche, de préférence d'une à trois couches successives, de préférence deux couches, constituées, de préférence, en bois ; de préférence, en pin maritime.

- [0022] Selon un autre mode préférentiel de réalisation, au moins un desdits éléments isolants est constitué d'un matériau du type Polystyrène extrudé, ou PSE ou XPS, ou équivalent.
- 5 [0023] Selon encore un autre mode préférentiel de réalisation, au moins un desdits éléments isolants est constitué d'un matériau bio-sourcé.
- [0024] On entend par « bio-sourcé » tout matériau naturel, écologique, à vocation environnementale, c'est-à-dire à base de composants recyclables et/ou renouvelables.
- 10 [0025] L'épaisseur préférentielle de chacun desdits éléments isolants est comprise entre 50 mm et 150 mm, elle est de préférence de 80 mm.
- [0026] Les éléments isolants assurent ainsi la conformité du panneau aux garde-fous de la réglementation Bâtiments Basse Consommation (BBC) et à la Réglementation Thermique 2012.
- 15 [0027] Les éléments isolants utilisés sont adaptés (en nombres, en matériau et/ou en épaisseur) selon l'usage et la performance demandée (énergétique, acoustique etc...).
- 20 [0028] Les éléments de parement interne et externe sont de type traditionnel. Par exemple, un élément de parement interne est en plaque de plâtre (par exemple, du placo), tôle, ou lambris, par exemple en bois de type mélaminé ou tout autre matériau de nature à assumer la fonction de parement; et un élément de parement externe est en bardage, tôle ou enduits.
- 25 [0029] Enfin, le montant-porteur est, de préférence, constitué de bois ou de métal, et a, par exemple, une dimension nominale de 160 x 105 mm ou 170 x 105 mm ou 275 x 80 mm, avec une tolérance de plus ou moins 20 mm. L'utilisation du métal est surtout préférable pour des panneaux destinés à des bâtiments pouvant subir des conditions extrêmes, comme par exemple des chutes de neige abondantes, ou encore des bâtiments à trois niveau ou plus (ce qui est peu courant pour ce type de constructions).

[0030] La présente invention comporte aussi un procédé de réalisation d'un panneau modulaire pour bâtiments préfabriqués tel que décrit précédemment. Ce procédé d'assemblage comporte les étapes suivantes :

- 5 ○ On réalise le voile central au moyen d'au moins une couche d'un matériau choisi parmi le contreplaqué, l'OSB, les matériaux constitués de particules agglomérées, et le bois ; lorsque le voile central comporte plusieurs couches, les couches sont, de préférence, assemblées entre elles par collage ou via un assemblage mécanique ;
- 10 ○ Selon un mode préférentiel de réalisation, on fixe au moins un élément isolant interne et au moins un élément isolant externe sur le voile central ; lesdits éléments isolants peuvent être assemblés mécaniquement comme il se fait en général, ou par collage ;
- 15 ○ On fixe, de préférence, au moins un élément de parement interne sur un élément isolant interne et au moins un élément de parement externe sur un élément isolant externe ; lesdits éléments de parement peuvent être également assemblés mécaniquement comme il se fait en général, ou par collage ;
- 20 ○ On fixe le montant-porteur au voile central par une connexion mécanique, de préférence une connexion mécanique rapide, par exemple du type KNAPP (un système d'assemblage rapide par connecteur métallique), ou par vissage.

[0031] De préférence, le collage est assuré par une colle structurale ou tout autre procédé de collage à performance équivalente ou supérieure.

25 [0032] Enfin, la présente invention comporte une utilisation de panneaux modulaires tels que définis précédemment pour la construction de bâtiments préfabriqués. Le montage des parois d'un bâtiment préfabriqué se fait alors par assemblage de différents panneaux entre eux par le biais des montants-porteurs grâce à tout moyen d'assemblage mécanique de type vissage, connecteur rapide, de préférence grâce à des ferrures.

30 [0033] L'ensemble des panneaux, une fois lesdits panneaux liés avec des caissons sol et plafond adéquats, constitue alors une enveloppe étanche et isolée.

La mise en œuvre d'un d'isolant interne et externe, de part et d'autre du voile central (phénomène d'isolation répartie), améliore le confort thermique (suppression des parois froides) et procure une meilleure continuité thermique à l'enveloppe étanche.

5 [0034] Ainsi l'invention présente les avantages suivants :

- L'enveloppe des bâtiments est respectueuse des objectifs du Grenelle de l'Environnement (RT2010-2012 basée sur le label BBC existant, énergie positive en 2015) ;
- 10 - Il est possible de réaliser des bâtiments de type R+2/R+3 (actuellement uniquement R0 et R+1) ;
- Au vu de la situation géographique de l'entreprise, de sa stratégie environnementale, et en conformité avec les objectifs du Grenelle de l'Environnement, l'utilisation du pin des Landes (en structure, en isolation, ou encore en élément décoratif) est maximale.
- 15 - La préfabrication est maximisée pour optimiser les solutions choisies, la gestion des déchets, la consommation d'énergie, réduire les transports et les nuisances sur chantier.

[0035] L'invention permet alors d'atteindre des valeurs de résistance thermique supérieures de 5% à la valeur de la borne haute de la plage de référence, soit de
20 78% par rapport à la valeur de la borne basse de la plage de référence.

[0036] L'invention, selon un mode préférentiel de réalisation sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, à titre indicatif et nullement limitatif, et en référence aux dessins annexés présentés ci-après :

25 [0037] La figure 1 présente un exemple de réalisation d'un bâtiment préfabriqué avec des panneaux préfabriqués (11,12) conformes à l'invention.

[0038] La figure 2 présente un mode de réalisation d'une façade 1 d'un bâtiment préfabriqué comprenant des panneaux préfabriqués (11,12) selon l'invention.

[0039] La figure 3 présente une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un panneau plein 11 selon l'invention.

[0040] La figure 4 présente les vues en plan et des coupes d'un panneau plein 11 selon l'invention.

5 [0041] Les éléments identiques représentés sur les figures 1 à 4 sont identifiés par des références numériques identiques.

[0042] En référence à la figure 1, une façade 1 d'un bâtiment préfabriqué est composée de panneaux préfabriqués (11,12) conformes à l'invention. Ces panneaux sont pleins (panneaux 11) ou peuvent comporter des ouvertures
10 (panneaux 12).

[0043] Selon un mode préférentiel de réalisation, un panneau plein 11 est constitué :

- D'un voile central 111,
- D'un élément isolant interne 112, collé sur le voile central 111,
- 15 - D'un élément isolant externe 113, collé sur le voile central 111,
- D'un élément de parement interne 114, collé sur l'élément isolant interne 112,
- D'un élément de parement externe 115, collé sur l'élément isolant externe 113,
- 20 - D'un montant-porteur 116, jointif à gamissage intérieur constitué de l'élément isolant interne 112 et de l'élément de parement interne 114,

[0044] Un panneau comportant une ouverture (panneau 12) est, de préférence, composé de la même manière.

25 [0045] Les panneaux préfabriqués (11,12) conformes à l'invention présentent aussi une protection remontée d'humidité 117, située à l'extrémité inférieure de l'élément isolant externe 113. Cet élément standard est nécessaire à tous les types de panneaux modulaires démontables.

[0046] Selon un mode avantageux de réalisation, le voile central 111 d'un panneau plein 11 est constitué d'au moins une couche 111a. De préférence, le voile central est composé de plusieurs couches 111a collées entre elles.

5 [0047] Les éléments isolants interne 112 et externe 113 sont représentés ici avec la même épaisseur, mais ce n'est pas nécessairement le cas selon l'usage et la performance demandée au bâtiment préfabriqué.

10 [0048] Afin de pouvoir assembler les panneaux (11,12) entre eux par le biais des montants-porteurs 116, les éléments isolant 112 et de parement 114 internes sont moins larges que les éléments isolant 113 et de parement 115 externes et que le voile central 111 de sorte que cette différence de largeur correspond à la largeur du montant-porteur 116. Il est nécessaire que le montant-porteur 116 dépasse latéralement du bord du panneau (11,12) auquel il est fixé pour pouvoir chevaucher deux panneaux (11,12) consécutifs lorsque des panneaux (11,12) sont assemblés entre eux pour former une façade 1.

15 [0049] Autrement dit, les éléments isolant 113 et de parement 115 externes ont les mêmes dimensions que le voile central 111 en termes de hauteur et largeur, mais pas d'épaisseur.

20 [0050] Enfin, selon la présente représentation, le montant-porteur 116 a une épaisseur telle que la surface du montant-porteur 116 affleure la surface de l'élément de parement interne 114.

[0051] Selon d'autres variantes de l'invention, le montant-porteur 116 pourrait, bien entendu, avoir une épaisseur différente de sorte que sa surface n'affleure pas celle de l'élément de parement interne 114 sans sortir du cadre de l'invention.

25 [0052] L'ensemble des panneaux (11,12) alliés avec les caissons de plafond 2 et de sol adéquats constituent alors une enveloppe étanche et isolée à un bâtiment préfabriqué.

[0053] Pour ce faire, les éléments isolant 112 et de parement 114 internes sont plus courts (en hauteur) que les éléments isolant 113 et de parement 115 externe

et le voile central 111 pour pouvoir assurer la jonction avec les caissons de plafond 2 et de sol.

[0054] Naturellement, diverses variations sont possibles, en conformité avec les revendications suivantes.

REVENDICATIONS

1. Panneau modulaire (11,12) pour bâtiments préfabriqués comprenant
 - Un voile central (111),
 - 5 • Un garnissage intérieur constitué d'au moins un élément isolant interne (112) et d'au moins un élément de parement interne (114),
 - Un habillage extérieur constitué d'au moins un élément isolant externe (113) et d'au moins un élément de parement externe (115),caractérisé en ce que le voile central (111) est composé d'au moins une
10 couche (111a) et en ce que le panneau (11, 12) comporte en outre un montant-porteur (116) situé le long d'un des bords latéraux dudit panneau modulaire (11,12) et jointif au garnissage intérieur, les éléments isolant (112) et de parement (114) internes étant moins larges que les éléments isolant (113) et de parement (115) externes et que le voile central (111),
15 cette différence de largeur correspondant à la largeur du montant-porteur (116) dépassant latéralement d'un bord du panneau (11,12) pour pouvoir chevaucher deux tels panneaux (11,12) consécutifs lorsque des panneaux (11,12) sont assemblés entre eux pour former une façade 1.
2. Panneau (11,12) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le voile
20 central (111) est composé d'au moins une couche (111a) d'un matériau choisi parmi le contreplaqué, l'OSB, les matériaux constitués de particules agglomérées, et le bois.
3. Panneau (11,12) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que
25 chaque couche (111a) composant le voile central (111) a une épaisseur comprise entre 25 mm et 100 mm.
4. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le voile central est constitué de pin maritime.
5. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins un desdits éléments isolants (112,113) est

constitué d'un matériau du type Polystyrène extrudé, ou PSE, ou XPS, ou équivalent.

- 5
6. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins un desdits éléments isolants (112,113) est constitué d'un matériau bio-sourcé.
7. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de chacun desdits éléments isolants (112,113) est comprise entre 50 mm et 150 mm.
- 10
8. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le montant-porteur (116) est constitué de bois
9. Panneau (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le montant-porteur (116) est constitué de métal.
- 15
10. Procédé de réalisation d'un panneau modulaire (11,12) pour bâtiments préfabriqués selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- On réalise le voile central au moyen d'au moins une couche (111a) d'un matériau choisi parmi le contreplaqué, l'OSB, les matériaux constitués de particules agglomérées, et le bois ;
 - On fixe au moins un élément isolant interne (112) et au moins un élément isolant externe (113) sur le voile central (111) ;
 - On fixe au moins un élément de parement interne (114) sur un élément isolant interne (112) et au moins un élément de parement externe (115) sur un élément isolant externe (113) ;
 - On fixe le montant-porteur (116) au voile central (111) par une connexion mécanique.
- 20
- 25
11. Utilisation de panneaux modulaires (11,12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, pour la construction de bâtiments préfabriqués, caractérisé en ce que l'on assemble différents panneaux (11,12) entre eux par le biais des montants-porteurs (116).

1/3

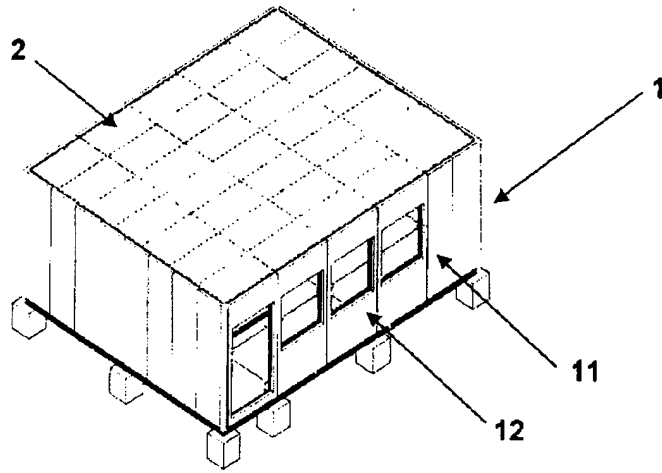


Figure 1

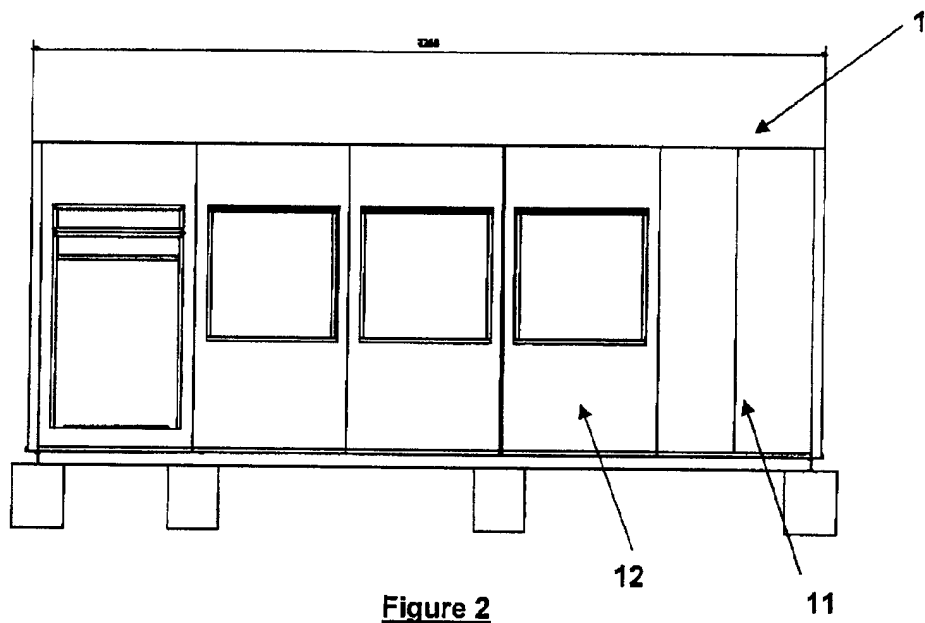


Figure 2

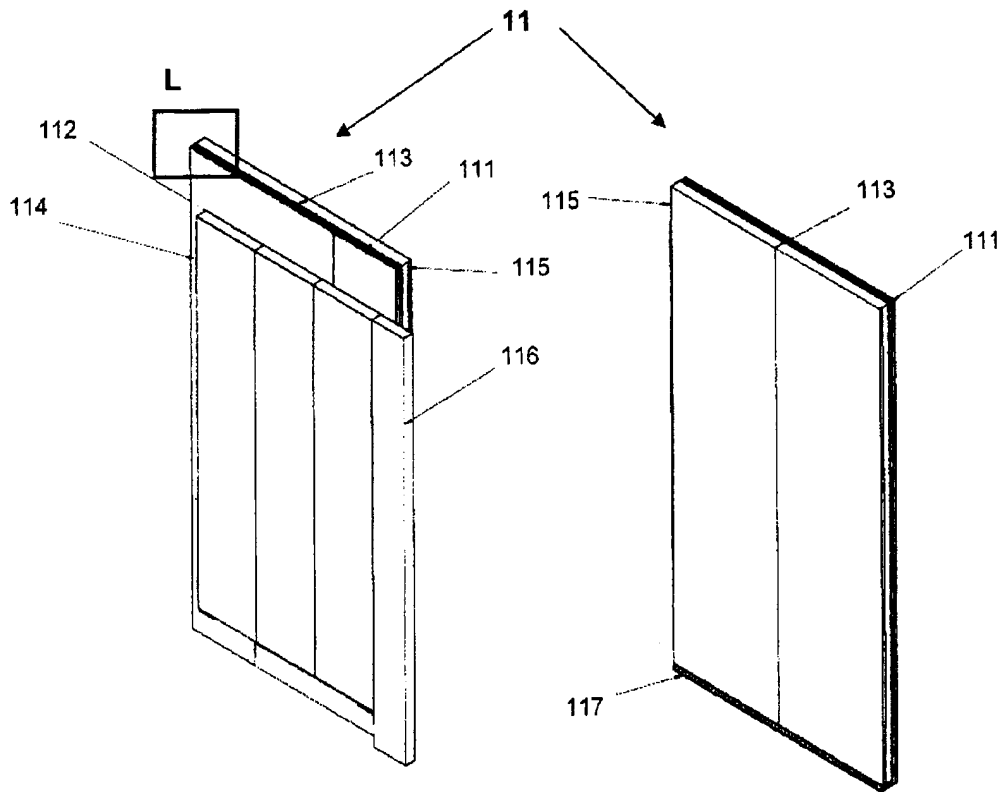


Figure 3a

Figure 3b

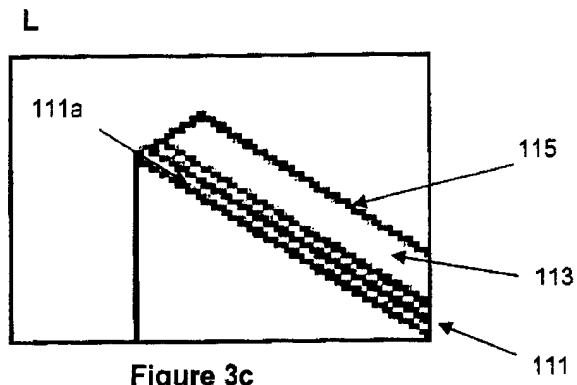


Figure 3c

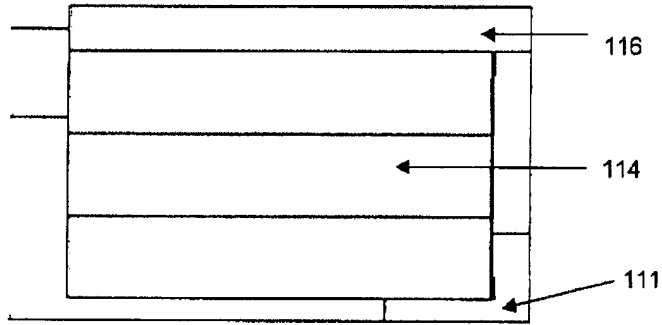


Figure 4a

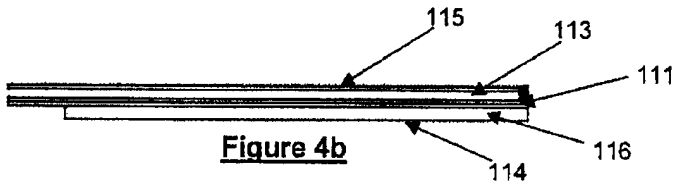


Figure 4b

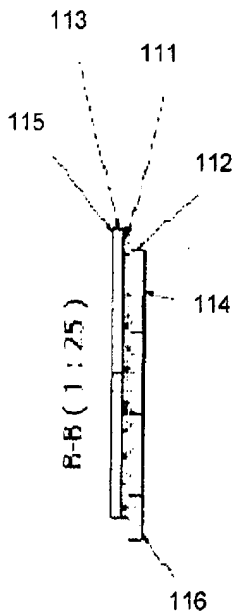


Figure 4c

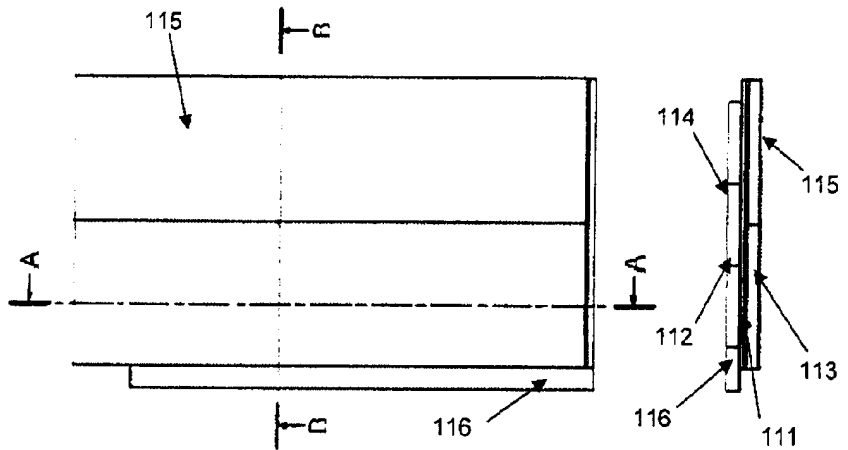


Figure 4d

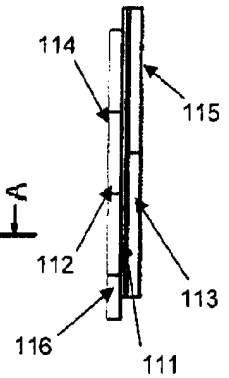


Figure 4e

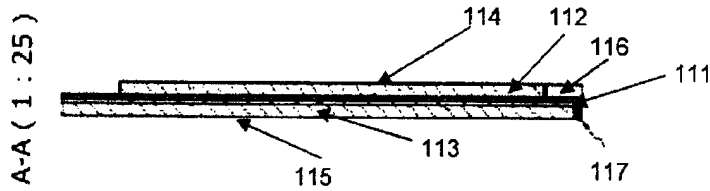


Figure 4f