



(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2013/04/25
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2013/11/21
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2014/10/27
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2013/050923
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2013/171391
(30) **Priorité/Priority:** 2012/05/16 (FR1254487)

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** *E04C 1/41* (2006.01),
E04B 2/02 (2006.01), *E04B 2/18* (2006.01)

(71) **Demandeur/Applicant:**
SOLUMIX, FR

(72) **Inventeurs/Inventors:**
DEL-GALLO, PASCAL, FR;
DUBET, OLIVIER, FR;
RICHET, NICOLAS, FR

(74) **Agent:** ROBIC

(54) **Titre : BRIQUE DE CONSTRUCTION GARNIE D'UNE MATIERE POREUSE SILICO-CALCAIRE**

(54) **Title: BUILDING BRICK FILLED WITH A POROUS SAND-LIME MATERIAL**

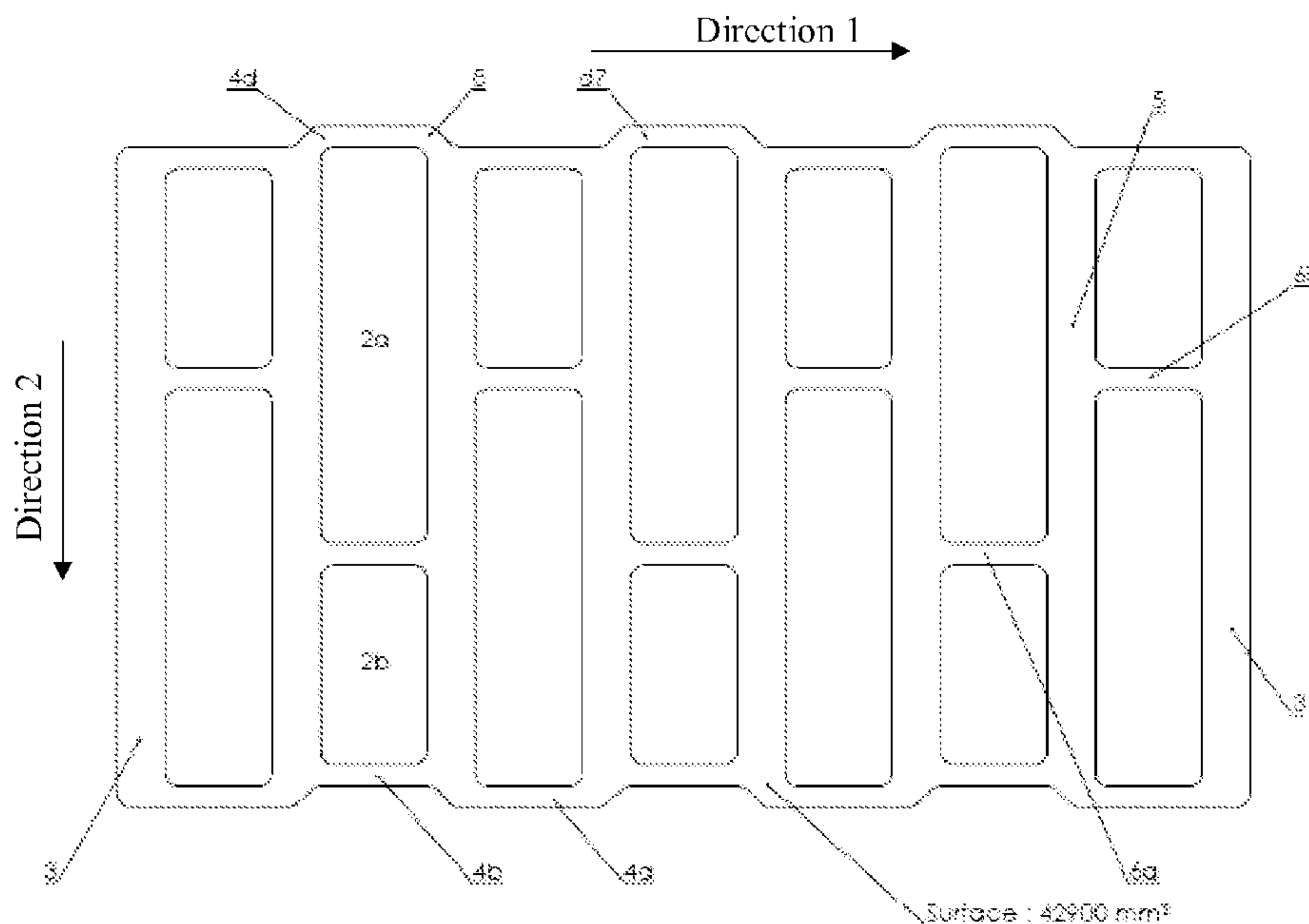
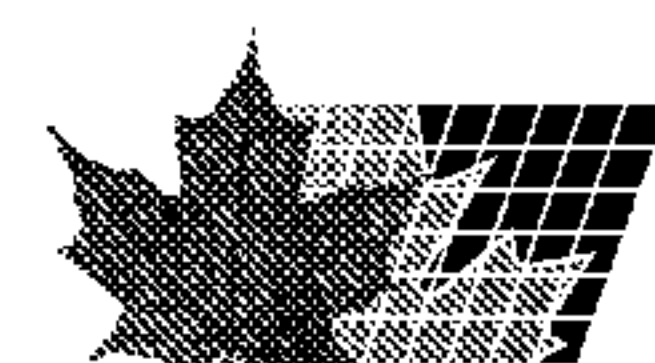


Figure 1

(57) **Abrégé/Abstract:**

Élément de construction de forme générale parallélépipédique comprenant au moins deux alvéoles délimitées par des tessons intérieurs et des tessons périphériques, débouchant sur une première face et une deuxième face opposées du parallélépipède et comprenant une matière poreuse silico-calcaire, la première et la deuxième face du parallélépipède étant chacune caractérisée par: -deux arêtes orientées dans une première direction 1 et deux arêtes orientées dans une deuxième direction 2; -un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède, compris entre 35 et 45%, et -un rapport entre la longueur des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 et la longueur totale des tessons intérieurs de cette même face du parallélépipède, inférieur à 25%.



[Suite sur la page suivante]

WO 2013/171391 A1**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Elément de construction de forme générale parallélépipédique comprenant au moins deux alvéoles délimitées par des tessons intérieurs et des tessons périphériques, débouchant sur une première face et une deuxième face opposées du parallélépipède et comprenant une matière poreuse silico-calcaire, la première et la deuxième face du parallélépipède étant chacune caractérisée par: -deux arêtes orientées dans une première direction 1 et deux arêtes orientées dans une deuxième direction 2; -un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède, compris entre 35et 45%, et -un rapport entre la longueur des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 et la longueur totale des tessons intérieurs de cette même face du parallélépipède, inférieur à 25%.

Brique de construction garnie d'une matière poreuse silico-calcaire

5 La présente invention a pour objet un élément de construction de forme générale parallélépipédique comprenant une matière poreuse silico-calcaire et pouvant être utilisée dans la construction d'un mur.

 Les briques en terre cuite, dites « monomur », ou en ciment, dites « parpaing », à structure alvéolaire, sont largement utilisées pour la construction de murs, de sols, de
10 cloisons ou autres éléments de bâtiments.

 Ces briques sont habituellement composées d'alvéoles vides (non remplies) plus ou moins grandes, de forme plus ou moins différentes, destinées à augmenter l'isolation thermique. Ces structures sont composées d'alvéoles de taille réduite pour limiter la convection thermique et présentent de faibles épaisseurs de parois pour limiter l'effet de
15 conduction.

 L'espace intérieur des alvéoles de ces briques de construction est généralement vide. Lorsqu'il existe un gradient de température au sein d'une alvéole, l'air contenu dans cette alvéole se déplace par convection. La conséquence directe est une diminution de la résistance thermique du système. Une des solutions mises en œuvre pour minimiser les
20 effets convectifs consiste à augmenter le nombre d'alvéoles, mais cette solution est limitée par (i) une mise en œuvre technique des briques de plus en plus complexe, (ii) des quantités de matière plus importantes, (iii) l'apparition de phénomènes de conduction plus important.

 Pour limiter ce phénomène, il est possible de remplir ces alvéoles avec un matériau
25 inorganique de faible conductivité thermique et ainsi empêcher ces mouvements convectifs. Le rôle de ce matériau inorganique est du fait de sa microstructure de donner une « tenue mécanique à l'air ou au vide », à savoir emprisonner l'air (ou le vide) de manière à minimiser les effets de convection.

 A titre d'exemple, le document FR 2521 197 A1, fait mention de briques en terre
30 cuite avec des alvéoles remplies « d'un matériaux cellulaire à haut pouvoir d'isolation thermique ». Les matériaux proposés pour le remplissage des alvéoles sont : « une mousse de polyuréthane, une mousse de polystyrène, ou tout autre matériaux fibreux (laine de verre ou de roche) ou divisé (agglomérat de liège) ».

L'inconvénient de cette solution est l'utilisation de matériaux organiques et/ou inorganiques qui soient (i) peuvent mal se comporter face au risque d'incendie : tenue au feu, résistance au feu, émission(s) de gaz toxique(s) et de débris enflammés (ii) soit sont potentiellement dangereux car classifiables à termes dans la catégorie des FCR (Fibres
5 Céramiques Réfractaires) nécessitant des conditions spécifiques de pose puis de gestion des déchets, (iii) soit perdre des propriétés d'isolation au cours du temps (tassement du garnissage, dégradation chimique des matériaux, ...), (iv) ne présentent pas ou peu de tenue mécanique ($< 5 \text{ kg/cm}^2$), (v) ne sont pas recyclables dans les filières traditionnelles, (vi) soit un mélange de points (i) à (vi). On peut également noter que dans certains cas le
10 garnissage se fait sur place pendant le chantier, cela est une contrainte et nécessite de la main d'œuvre supplémentaire.

Le document FR 2 876 400 décrit quant à lui l'utilisation de briques creuses remplie « avec un matériau isolant à base de produit(s) poreux en vrac ». La matière dite naturelle pour le garnissage est à base de perlite expansée ou de la vermiculite expansée
15 dans laquelle on utilise l'amidon comme épaississant. Ce document fait également mention de l'utilisation d'autres composants comme de la silice colloïdale, des agents hydrophobes, ou du plastique dispersé.

L'inconvénient de cette solution est la faible tenue mécanique des agglomérats, cela entraînant un risque de détérioration de ces masses de garnissage pendant le transport et le
20 montage de ces éléments. Il est à noter le faible pouvoir cohésif de cette structure induisant notamment des risques de perte de matière lors de perçage, de découpe, ... des murs par exemple. Il est à noter également le tassement des grains plusieurs années après la pose des éléments de construction, ce qui entraîne à terme la diminution du pouvoir isolant. Egalement l'emploi de liants organiques ou d'agent hydrophobe diminue sensiblement la
25 résistance thermique de ces matériaux et accroît le risque de tenue au feu.

Sur le même principe, on peut citer le document FR2 927 623 A1 qui divulgue des éléments de construction de type brique en terre cuite, garnie d'une mousse de chaux. Cette matière poreuse est constituée d'un mélange chaux-ciment 65 à 90% de la matière sèche, de fibres, de charges minérales, d'un durcisseur et d'un agent moussant. Le principe est de
30 faire prendre de la chaux avec un agent moussant pour créer des bulles d'air, de les emprisonner lors de la réaction et avoir ainsi une structure poreuse.

Une telle structure présente le désavantage d'avoir une tenue mécanique faible, ce qui limite la réduction du nombre de parois de la brique de terre cuite et entraîne des risques de dégradation de la matière poreuse pendant la pose des éléments de construction.

Autrement dit, l'inconvénient de toutes les solutions présentées ci-dessus est la faible résistance mécanique à la compression du matériau isolant. Ceci implique la nécessité d'assurer la tenue mécanique d'une brique de construction uniquement par les tessons et ne permet pas d'en réduire la quantité ou la section en deçà d'une certaine limite.

5 Partant de là, un problème qui se pose est de fournir une brique de construction comprenant un matériau isolant ayant une résistance mécanique suffisante pour participer à la résistance à la compression de la brique.

Une solution de la présente invention est un élément de construction de forme générale parallélépipédique comprenant au moins deux alvéoles délimitées par des tessons
10 intérieurs et des tessons périphériques, débouchant sur une première face et une deuxième face opposées du parallélépipède et comprenant une matière poreuse silico-calcaire, la première et la deuxième face du parallélépipède étant chacune caractérisée par :

- deux arêtes orientées dans une première direction 1 et deux arêtes orientées dans une deuxième direction 2 ;
- 15 - un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède, compris entre 35 et 45%, et
- un rapport entre la longueur des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 et la longueur totale des tessons intérieurs de cette même face du
20 parallélépipède, inférieur à 25%, préférentiellement moins de 10%.

La matière poreuse silico-calcaire présente une résistance mécanique suffisante pour participer à la résistance à la compression de l'élément de construction. Aussi, cette résistance à la compression permet de réduire la quantité de tessons et/ou leurs sections, et donc de réduire les effets de conduction thermique.

25 D'autre part, cette matière poreuse silico-calcaire permet du fait de sa microstructure de donner une tenue mécanique à l'air ou au vide, à savoir emprisonner l'air (ou le vide) de manière à minimiser les effets de convection.

Selon le cas, l'élément de construction selon l'invention peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 30 - la première et la deuxième faces du parallélépipède sont chacune caractérisée par une surface totale des tessons comprise entre 35 000 et 50 000 mm², pour une surface totale de ladite face parallélépipède comprise entre 90 000 et 130 000 mm² ;

- la première et la deuxième faces du parallélépipède sont chacune caractérisée par un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède compris entre 38 et 43% ;

- les tessons périphériques orientés dans la deuxième direction 2 présentent des ouvertures rectangulaires de largeur comprise entre 6 mm et 20 mm et de longueur comprise entre 20 et 35 mm ;

- les alvéoles sont de dimensions différentes ;

- au moins une partie des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 présente une déviation comprise entre 10 et 80°, de préférence entre 30 et 60° par rapport à une des deux arêtes orientées dans la première direction 1 ;

- la matière poreuse comprend 25% massique à 75% massique de silice, de 75% massique à 25% massique d'hydroxyde de calcium, et de 0 à 5% massique de magnésie et présentant une microstructure composée de nodules et/ou de cristaux sous forme d'aiguilles de manière à ménager des pores de diamètre moyen D50 compris entre 0,1 et 10 μm , et de manière à ce que ladite matière poreuse présente une porosité comprise entre 60 et 95% ;

- la matière poreuse présente une microstructure composée de nodules et/ou de cristaux sous forme d'aiguilles et éventuellement de grains élémentaires de manière à ménager des pores de diamètre moyen D50 compris entre 0,1 et 1 μm ;

- la matière poreuse présente une résistance mécanique comprise entre 5 et 40 kg/cm^2 préférentiellement entre 10 et 30 kg/cm^2 et une conductivité thermique comprise entre 50 et 150 $\text{mW/}^\circ\text{K.m}$ préférentiellement inférieure à 100 $\text{mW/}^\circ\text{K.m}$;

- la matière poreuse comprend au moins 70% en poids de phase(s) cristalline(s) ;

- la phase cristalline renferme en outre une ou plusieurs phases silico-calcaire représentant 0 à 50% du poids de la matière poreuse ;

- les phases silico-calcaires sont choisis parmi la xonotlite, la foshagite, la tobermorite 11A, la tobermorite 9A, la Riversideite 9Å, la Trabzonite $[\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}, 2\text{H}_2\text{O}]$, la Rosenhahnite $[\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})_2]$, la Kilalaite $[\text{Ca}_6\text{Si}_4\text{O}_{14}, \text{H}_2\text{O}]$, et la Gyrolite ;

- les alvéoles présentent des parois profilées ou rainurées ;

- au moins une partie des tessons périphériques comprennent au moins un tenon dessiné pour s'ancrer dans la rainure d'un deuxième élément de construction ;

- ledit élément de construction est une brique en terre cuite.

La matière poreuse utilisée dans l'invention est totalement inorganique ce qui lui confère d'excellentes propriétés en terme de résistance au feu (maintien des propriétés

mécaniques à haute température), de réduction des émissions de produits toxiques en cas d'incendie, de réduction des émissions de poussières ou de fibres,...

La matière poreuse remplit de préférence la totalité des espaces de la brique car cette dernière sert de moule lors de la mise en forme de l'isolant. Cela facilite le remplissage et permet d'éviter tout espace entre la brique et la matière poreuse, espace dans lequel l'air pourrait circuler par convection. Ceci pourrait entraîner une perte de performance d'isolation.

La pose de ces éléments de construction est facilitée par rapport aux isolants traditionnels car il fait partie intégrante de la brique. La pose est donc identique à celle d'une brique non garnie.

La matière poreuse utilisée permet également de réduire la transmission des ondes sonores à travers l'élément de construction. La transmission sonore est en générale réduite lors du passage entre deux matériaux de densité différente.

Enfin, l'ensemble des matériaux utilisés dans l'élaboration de l'élément de construction selon l'invention sont naturelles et recyclables.

Les éléments de construction sont réalisés à partir d'argile extrudé pour lui donner la forme souhaitée. L'argile est un matériau constitué de feuillets qui s'orientent dans la direction de l'extrusion. La conductivité thermique des tessons d'argile est différente suivant la direction considérée : 0.54 W/mK dans la direction 1 et 0.37 W/mK dans la direction 2 (cf figures 1 et 2).

Le transfert de la chaleur à travers la brique se fait majoritairement dans la direction 1, entre l'extérieur du bâtiment et l'intérieur. Deux modes de transferts sont prépondérants, la conduction à travers le matériau de la brique et la convection de l'air emprisonné dans les ouvertures de la brique.

Les briques présentées sur les deux exemples suivants se composent de terre cuite et sont garnies de matière poreuse inorganique. La terre cuite compose le corps de la brique et la matière poreuse inorganique remplit les alvéoles. Les dimensions des briques selon la direction 1 varient de 300 à 490 mm. Les surfaces de ces deux exemples sont aux environs de 43000 mm², la modification porte sur l'architecture de la brique et par conséquent sur la répartition terre cuite (tessons)/matière poreuse. Le premier exemple (figure 1) montre une brique constituée de 7 rangées de 2 alvéoles 2a et 2b, séparées par des tessons parallèles 3 et 5, d'une épaisseur maximale de 15 mm pour une brique en terre cuite non poreuse et de 20 mm pour une brique en terre cuite poreuse. Les parois 4a et 6a n'excèdent également pas les valeurs précédemment citées.

Le deuxième exemple (figure 2) montre une brique avec une architecture constituée de 8 rangés de 3 alvéoles 2a, 2b et 2c remplies de matière poreuse. Les alvéoles 2d ne contiennent pas de masse poreuse, elles sont présentes pour alléger la structure en terre cuite mais elles sont de trop faible dimension pour être remplies. Les tessons 3, 5, 4a, 4b, 5, 6a, 6b, 7 et 8 ne doivent pas excéder 20 mm dans le cas de brique en terre cuite poreuse et 15 mm dans le cas de terre cuite non poreuse. Les tessons 6a et 6b entre alvéoles sont inclinés afin d'augmenter le parcours du flux thermique et ainsi de réduire la conductivité thermique dans la direction 1.

Enfin la présente invention a également pour objet un mur comprenant un ou plusieurs éléments de construction selon l'invention, dans lequel la première direction 1 est orientée dans le sens de l'épaisseur du mur

Revendications

1. Elément de construction de forme générale parallélépipédique comprenant au moins deux alvéoles délimitées par des tessons intérieurs et des tessons périphériques, débouchant sur une première face et une deuxième face opposées du parallélépipède et comprenant une matière poreuse silico-calcaire, la première et la deuxième face du parallélépipède étant chacune caractérisée par :

- deux arêtes orientées dans une première direction 1 et deux arêtes orientées dans une deuxième direction 2 ;

- un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède, compris entre 35 et 45%, et

- un rapport entre la longueur des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 et la longueur totale des tessons intérieurs de cette même face du parallélépipède, inférieur à 25%.

2. Elément de construction selon la revendication 1, dans lequel la première et la deuxième faces du parallélépipède sont chacune caractérisée par une surface totale des tessons comprise entre 35 000 et 50 000 mm², pour une surface totale de ladite face parallélépipède comprise entre 90 000 et 130 000 mm².

3. Elément de construction selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel la première et la deuxième face du parallélépipède sont chacune caractérisée par un rapport entre la surface des tessons présents sur ladite face du parallélépipède et la surface totale de cette même face du parallélépipède compris entre 38 et 43%.

4. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les tessons périphériques orientés dans la deuxième direction 2 présentent des ouvertures rectangulaires de largeur comprise entre 6 mm et 20 mm et de longueur comprise entre 20 et 35 mm.

5. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les alvéoles sont de dimensions différentes.

6. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une partie des tessons intérieurs orientés dans la première direction 1 présente une déviation comprise entre 10 et 80°, de préférence entre 30 et 60° par rapport à une des deux arêtes orientées dans la première direction 1.

5

7. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la matière poreuse comprend 25% massique à 75% massique de silice, de 75% massique à 25% massique d'hydroxyde de calcium, et de 0 à 5% massique de magnésie et présentant une microstructure composée de nodules et/ou de cristaux sous forme d'aiguilles de manière à ménager des pores de diamètre moyen D50 compris entre 0,1 et 10 μm , et de manière à ce que ladite matière poreuse présente une porosité comprise entre 60 et 95%.

8. Elément de construction selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la matière poreuse présente une microstructure composée de nodules et/ou de cristaux sous forme d'aiguilles et éventuellement de grains élémentaires de manière à ménager des pores de diamètre moyen D50 compris entre 0,1 et 1 μm .

9. Elément de construction selon la revendication 8, caractérisé en ce que la matière poreuse présente une résistance mécanique comprise entre 5 et 40 kg/cm^2 préférentiellement entre 10 et 30 kg/cm^2 et une conductivité thermique comprise entre 50 et 150 $\text{mW}/^\circ\text{K.m}$ préférentiellement inférieure à 100 $\text{mW}/^\circ\text{K.m}$.

10. Elément de construction selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce que la matière poreuse comprend au moins 70% en poids de phase(s) cristalline(s).

11. Elément de construction selon la revendication 10, caractérisée en ce que la phase cristalline renferme en outre une ou plusieurs phases silico-calcaire représentant 0 à 50% du poids de la matière poreuse

30

12. Elément de construction selon la revendication 11, caractérisée en ce que les phases silico-calcaires sont choisis parmi la xonotlite, la foshagite, la tobermorite 11A, la tobermorite 9A, la Riversideite 9Å, la Trabzonite $[\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}, 2\text{H}_2\text{O}]$, la Rosenhahnite $[\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})_2]$, la Kilalaite $[\text{Ca}_6\text{Si}_4\text{O}_{14}, \text{H}_2\text{O}]$, et la Gyrolite.

13. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les alvéoles présentent des parois profilées ou rainurées.

5 14. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'au moins une partie des tessons périphériques comprennent au moins un tenon dessiné pour s'ancrer dans la rainure d'un deuxième élément de construction.

10 15. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que ledit élément de construction est une brique en terre cuite.

16. Mur comprenant un ou plusieurs éléments de construction selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel la première direction 1 est orientée dans le sens de l'épaisseur du mur.

1/1

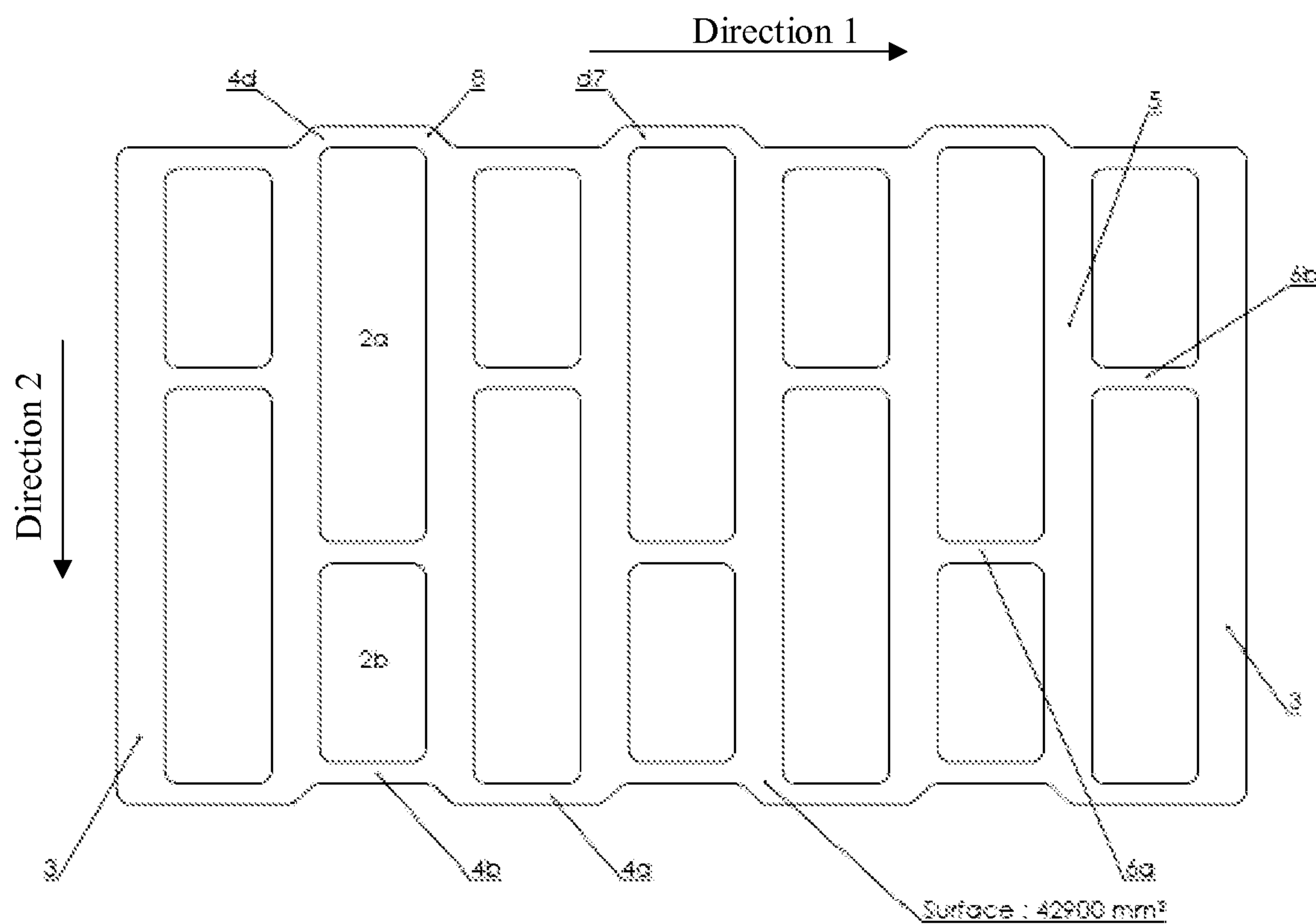


Figure 1

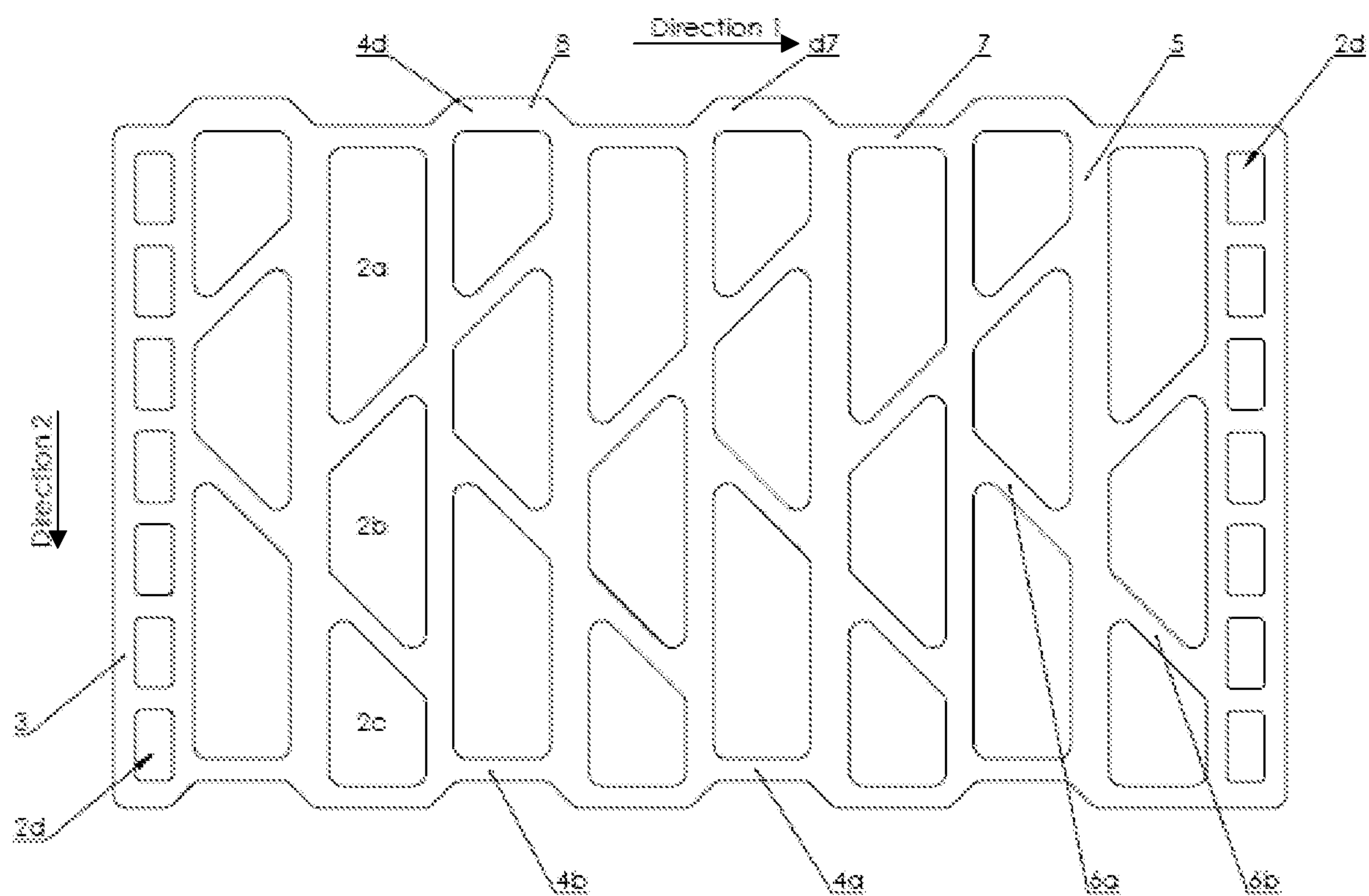


Figure 2

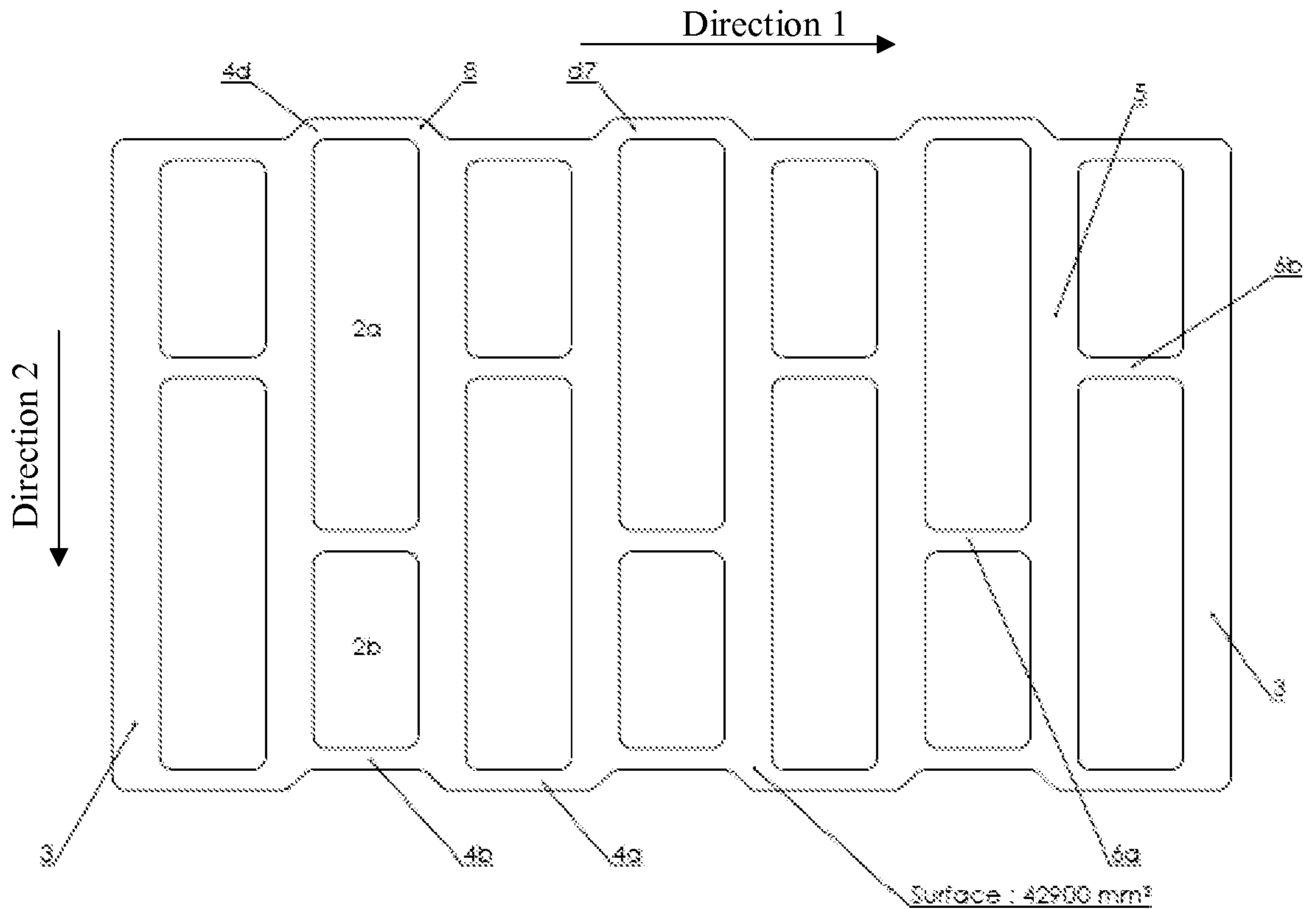


Figure 1