(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 065 352**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **17 53572**

(51) Int Cl[8] : ***A 01 G 9/02*** *(2017.01)*

(12) BREVET D'INVENTION B1

(54) SYSTEME DE VEGETALISATION D'UN MUR OU D'UNE FACADE.

(22) **Date de dépôt :** 25.04.17.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 26.10.18 Bulletin 18/43.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 07.08.20 Bulletin 20/32.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SOPREMA Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BINDSCHEDLER PIERRE-ETIENNE, BEIX YANNIK, LASSALLE FRANCOIS et TAMARELLE PAUL.

(73) **Titulaire(s) :** SOPREMA Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** CABINET NUSS Société à responsabilité limitée.

FR 3 065 352 - B1

DESCRIPTION

La présente invention concerne le domaine de la végétalisation de parois verticales ou fortement inclinées, en rapportant sur ces parois un revêtement extérieur de construction modulaire.

L'invention concerne plus particulièrement un système de végétalisation verticale par des mousses et un procédé pour réaliser un tel système.

Depuis une dizaine d'années, différents systèmes de murs végétaux ont été proposés et mis sur le marché, pour réaliser la végétalisation de surfaces verticales, particulièrement de façades ou de pignons d'immeubles.

Un des problèmes majeurs posé par ces solutions est lié à l'utilisation de plantes à graines (spermatophytes), appartenant généralement aux catégories "plantes vivaces, plantes ligneuses, graminées". Ce choix de plantes induit différentes contraintes et inconvénients :

- nécessité d'un support de culture assez épais pour le système racinaire et pour retenir de l'eau dans la durée ;
- nécessité d'une irrigation fréquente et abondante, faute de quoi la végétation peut périr à court terme ;
- nécessité d'une fertilisation, apportée en quantités appropriée dans l'eau d'irrigation ;
- nécessité de tailles et de remplacements individuels ou en nombre de végétaux dépéris ;
- poids élevés des solutions connues généralement compris entre 80 et 250 kg/m^2, nécessitant une structure d'accrochage et un mur support suffisamment résistants ;
- risque au feu.

Les modalités culturales des solutions présentes sur le marché requièrent, en outre, soit une irrigation permanente qui maintient la végétation sous perfusion (par exemple cas des solutions par nappes continues, telles que divulguées dans FR 2 634 971 et FR 2 747 265), soit un support de culture plus ou moins épais, générant des charges conséquentes, de l'ordre de 100 à 150 kg/m² (cas des solutions à cassettes modulaires telles que divulguées par exemple dans FR 2 872 382).

Par le document EP 1 803 697, on connaît par ailleurs des solutions de végétalisation verticale de façade mettant en œuvre des dalles composites comprenant un corps principal formant cadre d'accrochage et réalisé en poterie, et un bloc poreux en céramique formant support de culture.

La plaque poreuse est enchâssée dans le cadre et ce dernier est accroché au mur à revêtir par l'intermédiaire d'une plaque métallique de fixation comportant des rails d'accrochage horizontaux.

Ces dalles peuvent notamment porter au niveau des blocs poreux des cultures de mousses et des moyens d'irrigation sous forme de conduits d'alimentation en eau disposés au-dessus des rangées de dalles.

Cette solution connue par le document EP 1 803 697 présente un certain nombre de limitations, à savoir :

- une constitution composite des dalles et une forme complexe du cadre d'accrochage (formation de rainures d'accrochage sur le cadre), aboutissant à une solution encombrante et d'un coût de fabrication élevé ;
- une surface et un volume de culture faibles par rapport à la surface apparente totale et au volume global des plaques composites ;
- un aspect visuel d'ensemble dans lequel les cadres sont très apparents et dans lequel prédomine une géométrie segmentée, carrée ou rectangulaire (selon la forme des cadres) ;
- une absence de continuité de végétation et donc un défaut d'aspect décoratif naturel ;
- un substrat de culture (bloc poreux) de volume et d'épaisseur réduits, limitant la rétention d'eau et nécessitant une irrigation conséquente ;
- la nécessité d'un positionnement très précis (rigoureusement horizontal) des panneaux pour aboutir à une bonne répartition de l'irrigation (réalisée en "rideau frontal").

La présente invention a pour but de pallier au moins certains, préférentiellement tous les inconvénients des solutions connues évoquées ci-dessus.

A cet effet, l'invention a pour objet un système de végétalisation d'un mur ou d'une façade vertical(e) ou très fortement

incliné(e) par rapport à l'horizontale, constitué essentiellement d'une pluralité de modules de recouvrement sous forme de plaques végétalisées carrées ou rectangulaires et d'une ossature métallique pour le maintien desdites plaques, de manière à former une peau de revêtement extérieure, du type mur-rideau ou façade-rideau végétalisé,

système caractérisé en ce que l'ossature comprend des meneaux ou des montants dont l'écartement correspond à la largeur des plaques, en ce que lesdites plaques sont des plaques poreuses autoportantes, entièrement constituées d'un matériau choisi dans le groupe formé par le fibrociment, la pouzzolane et la mousse céramique, et en ce que les végétaux recouvrant les faces apparentes des plaques sont, très majoritairement ou exclusivement, des végétaux choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, lesdits végétaux étant au moins partiellement fixés aux plaques par collage et chacune desdites plaques étant aboutante avec au moins une plaque voisine avec interposition soit d'au moins une pièce de rétention ou de solidarisation et, éventuellement, d'au moins une pièce de reprise d'effort, ces pièces étant fixées rigidement aux meneaux ou aux montants de l'ossature, soit de pièces d'accrochage solidaires des plaques et venant en prise sur les meneaux ou montants ou sur des pièces intermédiaires rapportées, au niveau de sites d'accrochage adaptés.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description ci-après, qui se rapporte à des modes de réalisations préférés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et expliqués avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en élévation frontale d'un système de végétalisation selon l'invention recouvrant une partie d'un mur ;

la figure 2 est une vue en coupe selon A-A et à une échelle différente, du système représenté sur la figure 1, à savoir une vue en coupe au niveau d'une pièce de solidarisation en accord avec un premier mode de réalisation de l'invention ;

la figure 3 est une vue en coupe selon B-B et à une échelle différente, du système représenté sur la figure 1, à savoir une vue en coupe au niveau d'une pièce de reprise d'effort en accord avec le premier mode réalisation de l'invention ;

les figures 4A et 4B sont des vues à une échelle différente des détails C et D de la figure 1 ;

la figure 5 est une vue de détail en coupe et en élévation latérale d'un second mode de réalisation de l'invention, et,

les figures 6A et 6B sont des vues en perspective de deux variantes de réalisation d'une pièce intermédiaire rapportée faisant partie du mode de réalisation de la figure 5.

Les figures des dessins annexés illustrent un système 1 de végétalisation d'un mur ou d'une façade 2 vertical(e) ou très fortement incliné(e) par rapport à l'horizontale, constitué essentiellement d'une pluralité de modules de recouvrement 3 sous forme de plaques végétalisées carrées ou rectangulaires et d'une ossature 4 métallique pour le maintien desdites plaques 3, de manière à former une peau de revêtement extérieure, du type mur-rideau ou façade-rideau végétalisé.

Conformément à l'invention, l'ossature 4 comprend des meneaux ou des montants 4' dont l'écartement correspond à la largeur des plaques 3, lesdites plaques 3 sont des plaques poreuses autoportantes, entièrement constituées d'un matériau choisi dans le groupe formé par le fibrociment, la pouzzolane et la mousse céramique, et les végétaux 5 recouvrant les faces apparentes 3' des plaques 3 sont, très majoritairement ou exclusivement, des végétaux choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, lesdits végétaux 5 étant au moins partiellement fixés aux plaques 3 par collage et chacune desdites plaques 3 étant aboutante avec au moins une plaque 3 voisine avec interposition soit d'au moins une pièce 6 de rétention ou de solidarisation et éventuellement, d'au moins une pièce 7 de reprise d'effort, ces pièces 6, 7 étant fixées rigidement aux meneaux ou aux montants 4' de l'ossature 4, soit de pièces d'accrochage 13 solidaires des plaques 3 et venant en prise sur les meneaux ou montants 4 ou sur des pièces 12 intermédiaires rapportées, au niveau de sites d'accrochage 12' adaptés.

Ainsi l'invention fournit une solution de végétalisation de façades verticales ou fortement inclinées (angle d'au moins 70° par rapport à l'horizontale, préférentiellement d'au moins 80°), de construction simple, peu onéreuse, permettant une couverture végétale sensiblement continue, d'entretien aisé, de nature pérenne, à faible entretien, de poids modéré et mécaniquement résistante.

Préférentiellement, les végétaux 5, majoritaires ou exclusifs, recouvrant les faces 3' des plaques poreuses 3, végétalisées par préculture de manière uniforme ou non, sont des mousses végétales ou bryophytes

dont au moins certaines, préférentiellement la majorité, sont solidarisées initialement auxdites plaques poreuses 3 par collage au moins partiel de fragments de l'appareil aérien de ces végétaux. Les rhizoïdes qui se développent à partir de ces fragments s'accrochent ensuite dans les pores desdites plaques 3.

Pour aboutir à une adhérence suffisante, tout en limitant les coûts et en recouvrant le moins possible de surface apparente, l'invention prévoit avantageusement que chaque plaque poreuse 3 est recouverte d'un réseau ou maillage de filaments de colle 8 à répartition homogène ou non, s'étendant sous la couverture végétale.

En accord avec un mode de réalisation ressortant par exemple des figures 1 à 6, aboutissant à une construction optimisée en termes de simplicité de mise en œuvre, chaque plaque poreuse 3 vient en appui le long de chacun de ses deux bords latéraux 3'' opposés contre un meneau ou montant vertical 4' fixé rigidement au mur ou à la façade 2 à recouvrir.

Avantageusement, et selon une première variante constructive, illustrée sur les figures 1 à 4, les plaques poreuses végétalisées 3 sont maintenues contre les meneaux ou les montants 4' par des pièces de solidarisation 6 s'étendant entre les deux plaques 3 voisines qu'elles retiennent chacune, une cale, une pièce d'espacement ou un joint 9 en un matériau non métallique étant présent(e) entre le bord latéral 3'' concerné de chaque plaque 3 et le meneau ou montant 4' contre lequel il repose.

Selon un mode de réalisation pratique possible de l'invention, autorisant le montage et le démontage indépendants de chaque plaque poreuse végétale 3 du système 1, chaque pièce de solidarisation 6 est constituée de deux parties assemblées par vissage, à savoir, une embase 6' éventuellement profilée et solidaire d'un meneau ou d'un montant 6' et une bride de maintien 6'', préférentiellement en forme de ou à section en T, avec par exemple un goujon ou une vis 10 venant en engagement dans un site taraudé ou une rainure de l'embase 6' et une tête avec deux ailes opposées 10' venant en prise avec les deux plaques 3 situées de part et d'autre de la pièce de solidarisation 6 considérée.

En vue de simplifier le montage des plaques 3 et simultanément de pouvoir assurer un aboutement vertical sans jonction apparente entre plaques 3 superposées, ces dernières présentent avantageusement une résistance mécanique à la compression, dans le plan de la plaque considérée, suffisante pour supporter le poids d'au moins une plaque

poreuse 3 végétalisée et imprégnée d'eau, qui lui est superposée de chant, et qui repose sur elle.

Ainsi, il peut être prévu que pour au moins deux rangées de plaques poreuses végétalisées 3 superposées, les plaques de la rangée supérieure reposent, une à une, directement sur les plaques de la rangée inférieure.

De manière préférée, une construction des plaques 3 autorisant une superposition d'au moins trois, voire d'au moins quatre, plaques poreuses végétalisées 3 reposant directement les unes sur les autres, peut être envisagée.

Lorsque le système 1 de végétalisation comprend plus de deux ou de trois rangées superposées de plaques poreuses végétalisées 3, l'invention peut prévoir que des pièces 7 de reprise d'effort sous la forme de butées ou de cales solidaires des meneaux ou montants 4' sont disposées sous au moins une rangée de plaques poreuses végétalisées 3, le cas échéant au moins sous la rangée de plaques 3 la plus basse, chaque butée ou cale 7 supportant une plaque poreuse végétalisée 3 ou deux plaques 3 voisines au niveau de son (leur) coin inférieur adjacent (figures 1, 3 et 4B).

On peut remarquer que chaque pièce de solidarisation 6 et chaque pièce 7 de reprise d'effort est, de manière courante, partagée par deux plaques végétalisées 3 (ce qui en réduit le nombre), sauf pour le pourtour du parement formé par le système de végétalisation (les pièces 6 et 7 ne sont associées chacune qu'à une plaque 3 périphérique).

En accord avec une deuxième variante de réalisation de l'invention, ressortant par exemple des figures 5 et 6, il peut être prévu que chaque plaque poreuse 3 comporte au niveau de chacun de ses deux bords latéraux 3'' opposés au moins deux pièces d'accrochage 13 sous forme de plaquettes avec des parties configurées en crochets, saillantes sur l'arrière de la plaque 3 considérée, et que chaque meneau ou montant 4' soit équipé de pièces intermédiaires 12, par exemple des profilés à section en U, comportant un ou plusieurs axes horizontaux 10' formant site(s) d'accrochage, ces pièces intermédiaires 12 étant solidarisées de manière rigide ou avec faculté de coulissement vertical avec le montant ou meneau 4' considéré.

Dans cette variante, aucune pièce de fixation additionnelle n'est mise en œuvre et aucun outil n'est requis pour le montage et le démontage des plaques végétalisées 3. De plus, ces dernières peuvent être

interchangées individuellement si un espace libre suffisant existe entre rangées superposées.

Les plaquettes à crochets 13 qui assurent une fixation individuelle de chaque plaque végétalisée 3 sont avantageusement solidarisées auxdites plaques 3 avec interposition d'une couche écran évitant toute irrigation entre lesdites plaquettes et la plaque 3 correspondante.

Les figures schématiques des dessins annexés illustrent les plaques végétalisées 3 peu après leur installation, c'est-à-dire avant que la végétation 5 ne déborde périphériquement et n'assure une couverture plus ou moins continue sur toute la surface du système. Les zones de joints entre plaques 3 (verticales et horizontales) de faibles largeurs peuvent être recouvertes et camouflées partiellement ou totalement par ce débordement végétal.

En fonction de la nature des végétaux 5 recouvrant la face apparente 3' des plaques poreuses 3 et de l'inclinaison de ces plaques 3 par rapport à la verticale, une irrigation peut ou non être requise.

Ainsi, dans certains cas de mises en œuvre, le système de végétalisation 1 peut comprendre également un dispositif d'irrigation des différentes plaques poreuses végétalisées 3, par exemple sous la forme d'au moins une ligne ou gaine d'alimentation 11 percée ou équipée de goutteurs, s'étendant par-dessus et le long du bord supérieur de la rangée supérieure de plaques poreuses végétalisées 3, ce dispositif étant apte à alimenter l'ensemble desdites plaques 3 avec une eau traitée ou purifiée et à tout le moins dépourvue de chlore et d'éléments métalliques.

A la lecture de ce qui précède, on comprend que l'invention concerne une solution consistant à végétaliser des murs ou façades 2 au moyen de mousses végétales (bryophytes), ou d'autres catégories comme des ptéridophytes ou des thallophytes, à l'exclusion de spermatophytes.

A cet effet, l'invention prévoit la réalisation d'une colonisation préalable de végétaux sur des plaques 3 supports de culture (préculture). Ces plaques poreuses végétalisées 3 sont ensuite installées sur le site à équiper en position verticale ou inclinée via une ossature ou structure spécifique 4, et bénéficient avantageusement d'un dispositif d'irrigation 11, par exemple sous forme de lignes ou de gaines à goutteurs installées en partie supérieure de la façade de parement formée par l'ensemble des plaques végétalisées 3 du système de végétalisation.

Conformément à l'invention, le procédé de production d'une plaque végétalisée destinée à former un module de recouvrement 3 d'un système de végétalisation 1 tel que décrit précédemment peut consister à fournir une plaque poreuse 3, puis à y appliquer de manière non continue un agent collant 8, à déposer ensuite, avant séchage ou réticulation de la colle, des fragments de végétaux choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, et à les plaquer sous pression contre la plaque 3 considérée, à enlever les fragments de végétaux non fixés, après durcissement ou séchage de la colle, et, enfin, à soumettre ladite plaque 3 à un processus de culture contrôlée jusqu'à une colonisation et un recouvrement suffisants par le matériel végétal 5.

Plus précisément, il peut être prévu, dans le cadre de ce procédé de production, qu'avant application de la colle, la plaque poreuse 3 en mousse de céramique soit nettoyée par air sous pression et soumise à un traitement de correction du pH, que la colle soit appliquée par pulvérisation sensiblement homogène de filaments de colle 8 calibrés, avec éventuellement une densité de dépôt plus élevée au niveau des zones de bord périphériques de la plaque 3 concernée, et que les fragments végétaux, préférentiellement des fragments de mousses végétales, se présentent lors de leur dépôt sous forme de fragments calibrés et déshydratés.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un système de végétalisation 1 tel que décrit ci-dessus et représenté à titre d'exemple non limitatif sur la figure 1, ce procédé consistant à mettre en place, sur le mur ou la façade 2 à revêtir, une ossature métallique 4 comprenant des meneaux ou des montants 4' arrangés selon un espacement correspondant à la largeur des modules de recouvrement 3, à fournir des modules de recouvrement sous forme de plaques poreuses précultivées 3 portant des végétaux 5 choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, à mettre en place ces plaques poreuses précultivées 3 sur l'ossature 4, avec un arrangement par rangées et par colonnes, en les assujettissant en position soit par l'intermédiaire de pièces de solidarisation 6 et éventuellement de pièces de reprise d'effort 7, soit par accrochage, et éventuellement, à mettre en place un dispositif d'irrigation comprenant au moins une ligne ou une gaine d'alimentation 11 arrangée au moins au niveau du bord supérieur de la rangée supérieure de plaques 3.

Bien entendu, les modules de recouvrement 3 végétalisés, sous forme de plaques poreuses précultivées sélectivement, mises en œuvre dans

le cadre de ce procédé de réalisation d'un système de végétalisation 1 selon l'invention sont avantageusement obtenus par l'intermédiaire du procédé de production mentionné précédemment.

Dans ce qui suit, l'invention est décrite plus en détail à l'aide d'exemples et de modes de réalisation pratiques avantageux, mais non limitatifs.

Tout d'abord, en termes de charge pondérale représentée par le système de végétalisation 1, ce dernier, au demeurant ininflammable, est avantageusement dimensionné pour qu'à charge maximale en eau, il présente une masse surfacique (plaques, végétaux et ossature compris) inférieure à 40 kg/m^2.

Comme indiqué précédemment, les végétaux 5 sont préférentiellement, majoritairement ou exclusivement, des bryophytes, en particulier choisis après une sélection et éventuellement des tests in situ pour déterminer les espèces de mousses les mieux adaptées à la situation concernée d'installation.

Il convient de noter que les mousses ont une capacité de reviviscence telle, que même après plusieurs mois sans eau, elles sont capables de se régénérer instantanément.

De plus, les mousses n'ont pas besoin de fertilisation, elles s'alimentent à partir des poussières organiques et inorganiques, naturellement présentes dans l'air, et ne nécessitant qu'une taille peu fréquente (tous les 2 ans environ).

Enfin, elles requièrent préférentiellement une exposition faiblement ensoleillée (< 25 000 LUX).

Concernant les plaques poreuses 3 mises en œuvre, elles possèdent des caractéristiques de résistance mécanique qui permettent de les utiliser comme matériaux de parement et de support vertical (résistance à la déformation d'au moins 2,5 N/mm^2).

Elles disposent d'une forte porosité ouverte (50 % en volume), qui induit une grande capacité de rétention en eau, disponible pour les végétaux 5 implantés sur la face apparente 3'.

A ce sujet, une surface irrégulière et rugueuse est particulièrement favorable à l'installation et au développement des espèces végétales retenues.

Ces caractéristiques se trouvent remplies dans le cas de matériaux comme la roche volcanique en bloc, les plaques de fibrociment

ou spécifiquement des plaques de céramique poreuses issues du recyclage de déchets. Ce dernier type de supports présente, selon un exemple pratique avantageux, les caractéristiques particulières suivantes :

- dimensions 500 x 500 x 32 mm ;
- capacité de rétention en eau : 5 l/m² ;
- poids au m² : à sec 24 kg/m², en eau 29 kg/m² ;
- porosité pour l'eau : 50 % vol. environ.

De manière particulièrement préférée, les plaques poreuses 3 sont produites à partir d'un mélange d'argile, de terre diatomée, de laitier de fonte et de biomasse, chauffée à plus de 1000° C pour produire une mousse céramique ultra-microporeuse, par exemple du type de celle commercialisée par la société Komatsu Seiren sous la désignation "greenbiz-r".

Concernant l'assujettissement des végétaux 5 aux plaques poreuses 3 formant supports de culture, les inventeurs ont pu relever que certaines espèces sont capables de développer un système racinaire directement dans la porosité du support de culture de type plaque poreuse 3, mais que ces espèces sont cependant très rares.

Concernant les bryophytes, les inventeurs ont pu observer que, sur de tels supports, elles sont susceptibles de se décrocher sous l'action de leur propre poids lorsqu'elles sont humides, ou bien en cas de dégradation due aux oiseaux ou au vandalisme.

Ainsi, un point caractéristique de la solution selon l'invention, dans le cas notamment de culture de bryophytes, comprend la mise au point et l'utilisation d'un processus spécifique de traitement et d'encollage, qui prend en compte les modalités suivantes :

- nettoyage des plaques sèches à l'air comprimé pour éliminer les particules non adhérentes ;
- arrosage des plaques en vue de la correction du pH par lessivage des ions Ca ;
- séchage des plaques ;
- application d'une colle adaptée, par pulvérisation au pistolet à air comprimé, avec un réglage assurant une répartition sensiblement homogène de fils de colle calibrés [plage réelle de 100 µ à 2 mm], formant un maillage (avec éventuellement une densité plus élevée sur les bords) ;
- application immédiate et homogène du matériel végétal sous forme de fragments de bryophytes calibrés, en

situation de non-activité métabolique [déshydratés], à raison de 2 à 8 l/m² ;

- placage immédiat du matériel végétal avec un outil plat ou un rouleau ;
- après une phase de durcissement [durée 15 min à 24 heures], élimination du matériel végétal excédentaire par brossage ;
- démarrage du processus cultural (6 à 18 mois).

Les caractéristiques des colles appropriées pour la fixation des végétaux 5 sont les suivantes :

- familles des époxy, polyuréthanes, MS polymères, amidon, … ;
- viscosité Brookfield à 25° C : 3 000 à 3 500 000 ;
- temps de solidification à 22° C [polymérisation] : 15 min à 4 heures ;
- résistance à la traction ISO 527-3 : 20 à 50 N/mm² ;
- résistance à la compression ISO 604 : 50 à 100 N/mm² ;
- dureté ISO 868 : 60 à 80 ;
- non-phytotoxicité ;
- résistance aux UV ;
- vieillissement à chaud : 50 à 150 % de la résistance initiale conservée après 1000 h ;
- résistance aux agents chimiques [de l'air] : ND ;
- résistance à l'humidité (98 % HR) : 85 à 150 % de la résistance initiale conservée après 1000 h.

Les modules de recouvrement 3 sous forme de plaques poreuses végétalisées présentent, par exemple, à l'issue de la phase de préculture, les caractéristiques et propriétés suivantes :

- dimensions : 500 x 500 x environ 80 mm (épaisseur végétation incluse) ;
- taux de couverture de la végétation (bryophytes) : 90 à 100 % de la surface ;
- végétation pérenne, pas de risque de décrochement naturel et aptitude à une régénération naturelle en cas de dégradation par une action tierce (oiseaux, vandales).

L'ossature 4 présente, comme indiqué précédemment, une structure très simple du fait de la rigidité et de la résistance mécanique des

plaques poreuses 3 et peut donc se limiter à une série de montants 4' équidistants de la largeur desdites plaques (distance entre deux axes médians X de montants 4') auxquels elles sont accrochées.

Ces montants 4' peuvent comprendre un profilé de type mur-rideau 6' en aluminium doté d'un joint 9 en caoutchouc, qui élimine le risque de contamination des végétaux 5 par des ions métalliques, dangereux pour ces végétaux.

Chaque profilé aluminium peut être soudé à un second profilé en acier traité anti-corrosion de section carrée et cet assemblage de profilés constitue alors ensemble un montant 4' qui est fixé au mur porteur ou à une pré-structure via des pattes-équerre en inox 4''.

Sur les figures 1 à 4, les plaques poreuses 3 sont retenues en face avant, d'une part, par des brides de solidarisation 6'' en aluminium (de dimension 20 x 50 mm environ) vissées dans le profilé 6' de type mur-rideau, et formant à chaque fois ensemble une pièce de rétention 6, et, d'autre part, par des pièces 7 de reprise d'effort (par exemple tube de section carrée de 15 mm) également solidarisées par vissage dans ce même profilé 6'.

Les avantages de cette solution constructive, illustrée sur les figures 2 et 3 notamment, sont les suivantes :

- la démontabilité de chaque plaque végétalisée 3 individuellement ;
- l'adaptabilité en hauteur et largeur en cas de format non-standard, réalisable sur chantier ;
- la réduction de l'espace des joints verticaux et horizontaux au minimum (environ 20 mm), cette dernière caractéristique permettant d'offrir une surface végétale globale aussi continue que possible.

Une variante constructive de la structure ci-dessus décrite est également réalisable. Elle utilise, comme le montre la figure 5, des pièces 12 profilées en U et solidarisées aux montants 4', de manière fixe ou réglable en hauteur, et portant des axes d'accrochage 12' horizontaux. L'assujettissement des plaques 3 se fait dans ce cas via des pièces d'accrochage 13 du type crochets solidarisées auxdites plaques végétalisées 3 elles-mêmes (latéralement comme représenté ou sur leur face arrière).

Dans les deux cas de réalisation décrits précédemment, le système 1 est conçu pour que chaque plaque 3 puisse être déposée et

interchangée individuellement, sans nécessité de décrocher/manipuler une quelconque autre plaque 3.

Comme indiqué précédemment, le système de végétalisation 1 peut comprendre un dispositif d'irrigation, si cela s'avère nécessaire.

Or, les inventeurs ont constaté que les mousses ne tolèrent le plus souvent pas l'eau du réseau. En cas d'irrigation, c'est donc une eau purifiée qui devrait être utilisée (par exemple eau de pluie filtrée, eau adoucie, eau de source, ...). Cette eau doit en tout cas être dépourvue de chlore et d'ETM (éléments-traces métalliques).

L'irrigation est, par exemple, réalisée par des gaines 11 à goutteurs autorégulés installés en partie haute du mur 2, ou bien tous les trois mètres en cas de grande hauteur du système 1. Les gaines sont positionnées au moyen de clips sur la tranche supérieure du rang de plaques végétalisées 3 le plus haut, l'eau descendant ensuite par gravité de plaque en plaque, tout en étant stockée à chaque niveau.

Les gaines à goutteurs 11 sont par exemple assujetties à des électrovannes, elles-mêmes associées à un programmateur, l'ensemble permettant de définir des séquences d'irrigation précises (non représentées).

Néanmoins, la solution, telle que développée dans le cadre de l'invention, permet également de s'affranchir de toute irrigation, si l'on dispose des caractéristiques suivantes :

- exposition ombragée uniquement ;
- espace au sol suffisant pour donner une pente au parement formé par le système végétalisé 1 comprise entre 10 et 20° par rapport à la verticale, de sorte qu'il reçoive une partie suffisante des pluies naturelles.

Dans ce cas, l'utilisateur devra aussi admettre des changements d'aspect et de coloration de la végétation 5, particulièrement en période sèche. Mais les contraintes de maintenance seront alors réduites au maximum.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention

REVENDICATIONS

1. Système de végétalisation d'un mur ou d'une façade (2) vertical(e) ou très fortement incliné(e) par rapport à l'horizontale, constitué essentiellement d'une pluralité de modules de recouvrement (3) sous forme de plaques végétalisées carrées ou rectangulaires et d'une ossature (4) métallique pour le maintien desdites plaques (3), de manière à former une peau de revêtement extérieure, du type mur-rideau ou façade-rideau végétalisé,

système (1) caractérisé en ce que l'ossature (4) comprend des meneaux ou des montants (4') dont l'écartement correspond à la largeur des plaques (3), en ce que lesdites plaques (3) sont des plaques poreuses autoportantes, entièrement constituées d'un matériau choisi dans le groupe formé par le fibrociment, la pouzzolane et la mousse céramique, et en ce que les végétaux (5) recouvrant les faces apparentes (3') des plaques (3) sont, très majoritairement ou exclusivement, des végétaux choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, lesdits végétaux (5) étant au moins partiellement fixés aux plaques (3) par collage et chacune desdites plaques (3) étant aboutante avec au moins une plaque (3) voisine avec interposition soit d'au moins une pièce (6) de rétention ou de solidarisation et, éventuellement, d'au moins une pièce (7) de reprise d'effort, ces pièces (6, 7) étant fixées rigidement aux meneaux ou aux montants (4') de l'ossature (4), soit de pièces d'accrochage (13) solidaires des plaques (3) et venant en prise sur les meneaux ou montants (4) ou sur des pièces (12) intermédiaires rapportées, au niveau de sites d'accrochage (12') adaptés.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les végétaux (5), majoritaires ou exclusifs, recouvrant les faces (3') des plaques poreuses (3), végétalisées par préculture de manière uniforme ou non, sont des mousses végétales ou bryophytes dont au moins certaines, préférentiellement la majorité, sont solidarisées initialement auxdites plaques poreuses (3) par collage au moins partiel de fragments de l'appareil aérien de ces végétaux.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque plaque poreuse (3) est recouverte d'un maillage ou réseau de

filaments de colle (8) à répartition homogène ou non, s'étendant sous la couverture végétale.

4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque plaque poreuse (3) vient en appui le long de chacun de ses deux bords latéraux (3'') opposés contre un meneau ou montant vertical (4') fixé rigidement au mur ou à la façade (2) à recouvrir.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les plaques poreuses végétalisées (3) sont maintenues contre les meneaux ou les montants (4') par des pièces de solidarisation (6) s'étendant entre les deux plaques (3) voisines qu'elles retiennent chacune, une cale, une pièce d'espacement ou un joint (9) en un matériau non métallique étant présent(e) entre le bord latéral (3'') concerné de chaque plaque (3) et le meneau ou montant (4') contre lequel il repose.

6. Système selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que chaque pièce de solidarisation (6) est constituée de deux parties assemblées par vissage, à savoir, une embase (6') éventuellement profilée et solidaire d'un meneau ou d'un montant (6') et une bride de maintien (6''), préférentiellement en forme de ou à section en T, avec par exemple un goujon ou une vis (10) venant en engagement dans un site taraudé ou une rainure de l'embase (6') et une tête avec deux ailes opposées (10') venant en prise avec les deux plaques (3) situées de part et d'autre de la pièce de solidarisation (6) considérée.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les plaques poreuses (3) présentent une résistance mécanique à la compression, dans le plan de la plaque considérée, suffisante pour supporter le poids d'au moins une plaque poreuse (3) végétalisée et imprégnée d'eau, qui lui est superposée de chant.

8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que pour au moins deux rangées de plaques poreuses végétalisées (3) superposées, les plaques de la rangée supérieure reposent, une à une, directement sur les plaques de la rangée inférieure.

9. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que des pièces (7) de reprise d'effort sous la forme de butées ou de cales solidaires des meneaux ou montants (4') sont disposées sous au moins une rangée de plaques poreuses végétalisées (3), le cas échéant au moins sous la rangée de plaques (3) la plus basse, chaque butée

ou cale (7) supportant une plaque poreuse végétalisée (3) ou deux plaques (3) voisines au niveau de son (leur) coin inférieur adjacent.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque plaque poreuse (3) comporte au niveau de chacun de ses deux bords latéraux (3'') opposés au moins deux pièces d'accrochage (13) sous forme de plaquettes avec des parties configurées en crochets, saillantes sur l'arrière de la plaque (3) considérée, et en ce que chaque meneau ou montant (4') est équipé de pièces intermédiaires (12), par exemple des profilés à section en U, comportant un ou plusieurs axes horizontaux (10') formant site(s) d'accrochage, ces pièces intermédiaires (12) étant solidarisées de manière rigide ou avec faculté de coulissement vertical avec le montant ou meneau (4') considéré.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend également un dispositif d'irrigation des différentes plaques poreuses végétalisées (3), par exemple sous la forme d'au moins une ligne ou gaine d'alimentation (11) percée ou équipée de goutteurs, s'étendant par-dessus et le long du bord supérieur de la rangée supérieure de plaques poreuses végétalisées (3), ce dispositif étant apte à alimenter l'ensemble desdites plaques (3) avec une eau traitée ou purifiée, et à tout le moins dépourvue de chlore et d'éléments métalliques.

12. Procédé de production d'une plaque végétalisée destinée à former un module de recouvrement (3) d'un système de végétalisation (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il consiste à fournir une plaque poreuse (3), puis à y appliquer de manière non continue un agent collant (8), à déposer ensuite, avant séchage ou réticulation de la colle, des fragments de végétaux choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, et à les plaquer sous pression contre la plaque (3) considérée, à enlever les fragments de végétaux non fixés, après durcissement ou séchage de la colle, et, enfin, à soumettre ladite plaque (3) à un processus de culture contrôlée jusqu'à une colonisation et un recouvrement suffisants par le matériel végétal.

13. Procédé de production selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'avant application de la colle, la plaque poreuse (3) en mousse de céramique est nettoyée par air sous pression et soumise à un traitement de correction du pH, en ce que la colle est appliquée par pulvérisation sensiblement homogène de filaments de colle (8) calibrés, avec

éventuellement une densité de dépôt plus élevée au niveau des zones de bord périphériques de la plaque (3) concernée, et en ce que les fragments végétaux, préférentiellement des fragments de mousses végétales, se présentent lors de leur dépôt sous forme de fragments calibrés et déshydratés.

14. Procédé de réalisation d'un système de végétalisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place, sur le mur ou la façade (2) à revêtir, une ossature métallique (4) comprenant des meneaux ou des montants (4') arrangés selon un espacement correspondant à la largeur des modules de recouvrement (3), à fournir des modules de recouvrement sous forme de plaques poreuses précultivées (3) portant des végétaux (5) choisis dans le groupe formé par les bryophytes, les ptéridophytes et les thallophytes, à mettre en place ces plaques poreuses précultivées (3) sur l'ossature (4), avec un arrangement par rangées et par colonnes, en les assujettissant en position par l'intermédiaire de pièces de solidarisation (6) et de pièces de reprise d'effort (7) ou par accrochage, et éventuellement, à mettre en place un dispositif d'irrigation comprenant au moins une ligne ou une gaine d'alimentation (11) arrangée au moins au niveau du bord supérieur de la rangée supérieure de plaques (3).

15. Procédé de réalisation selon la revendication 14, caractérisé en ce que les plaques poreuses précultivées sont obtenues par l'intermédiaire du procédé de production selon l'une quelconque des revendications 12 et 13.

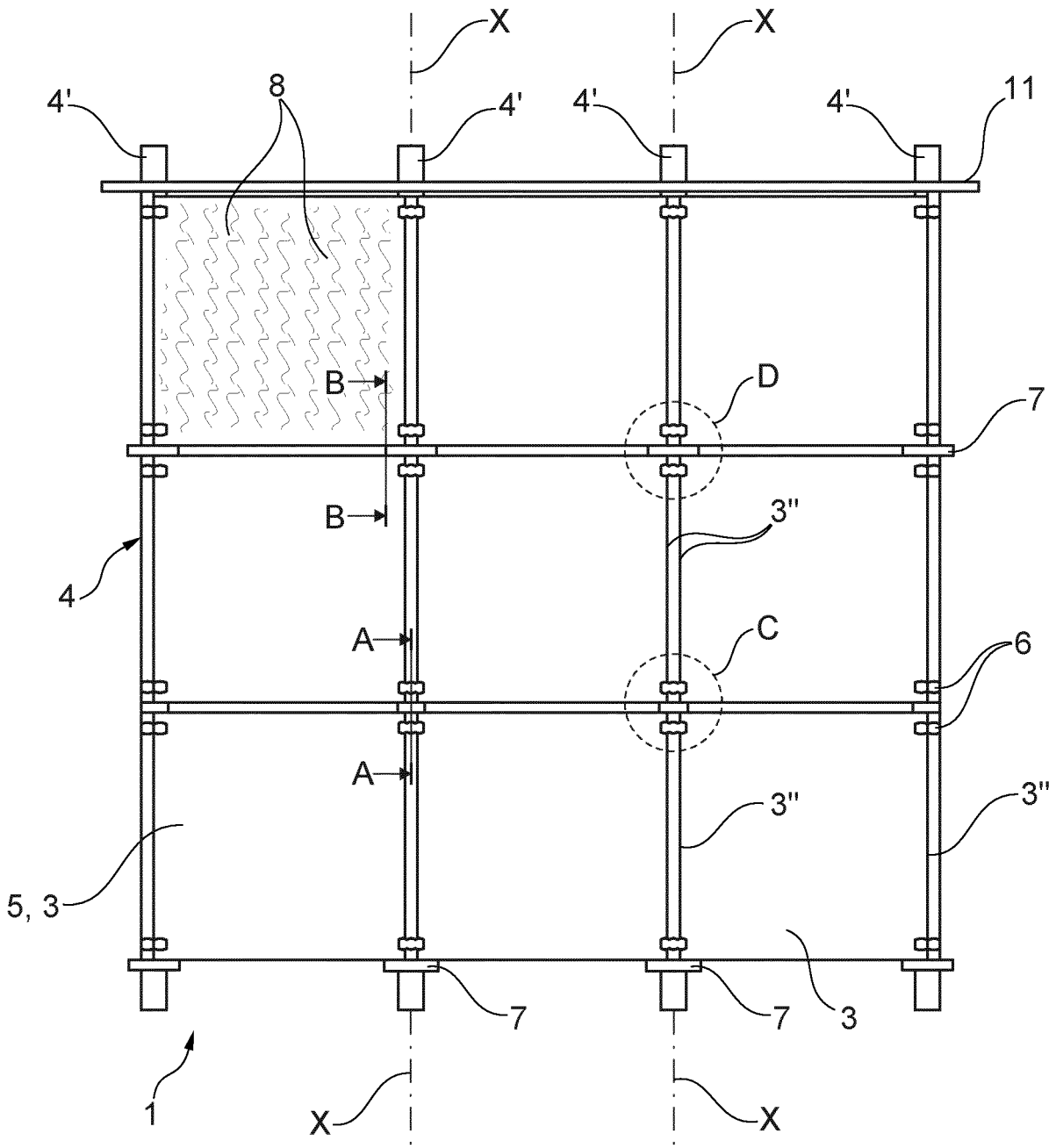


Fig. 1

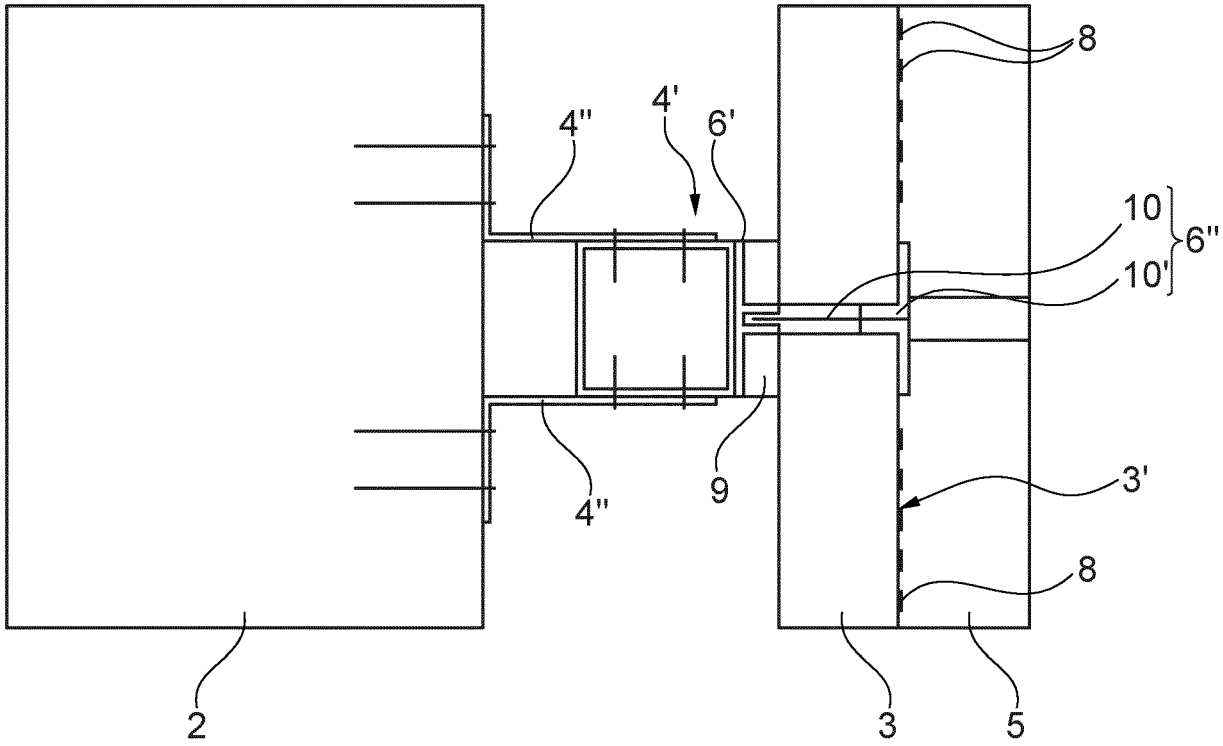


Fig. 2

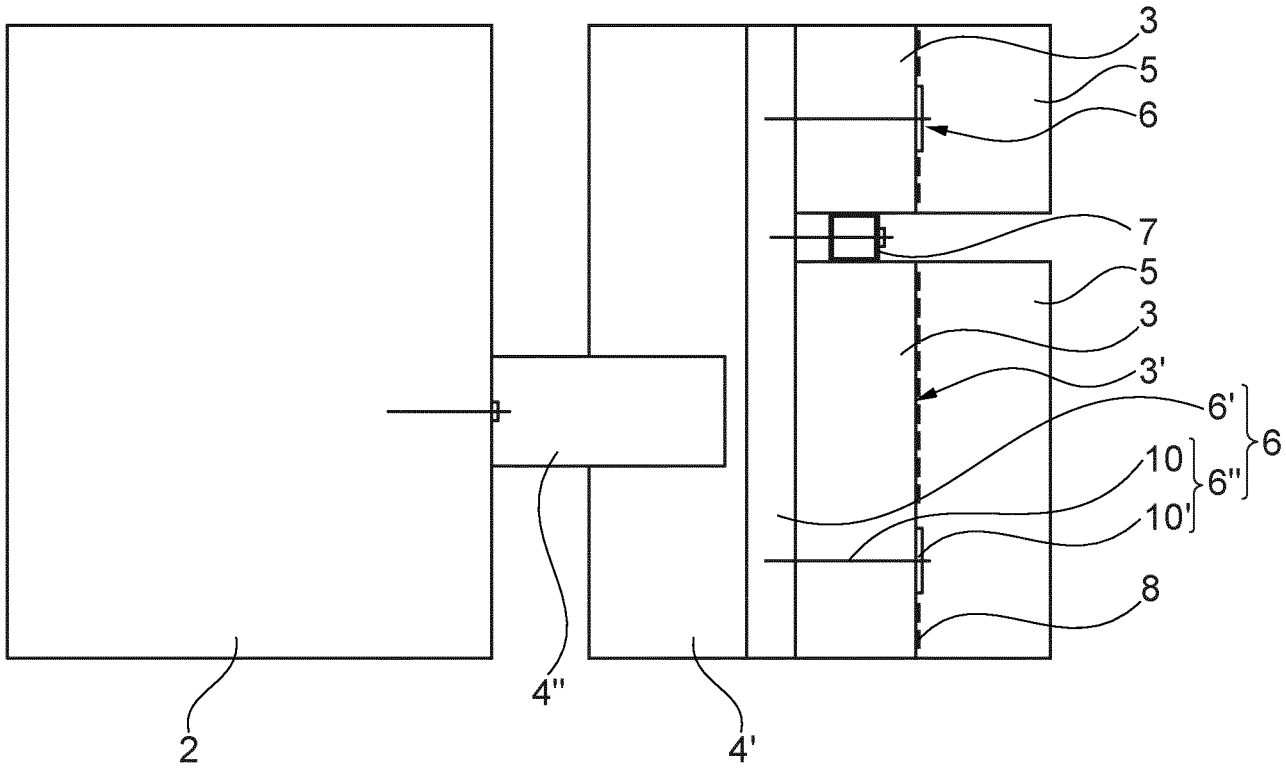


Fig. 3

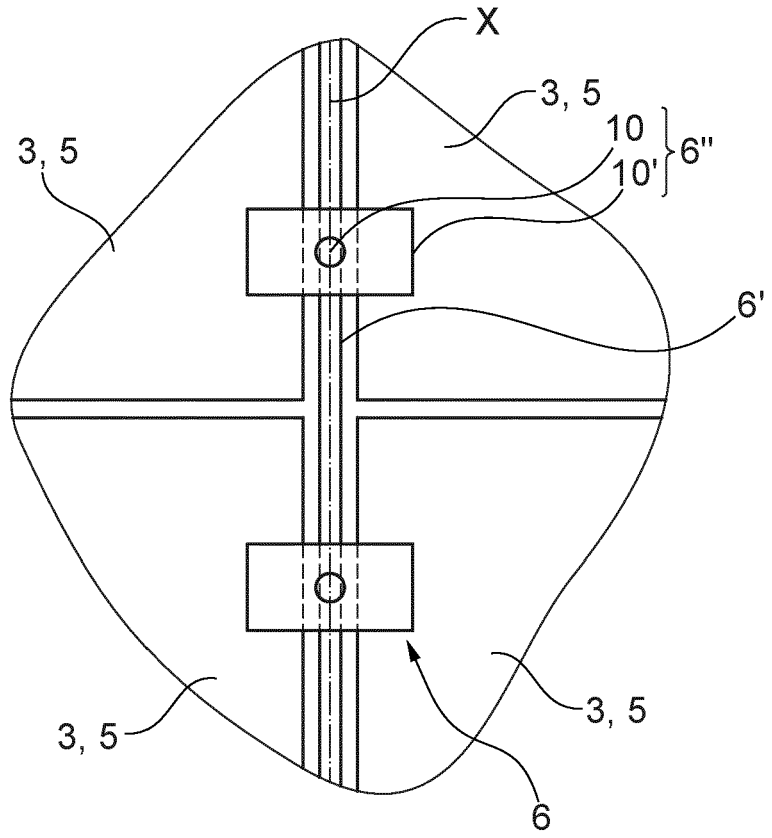


Fig. 4A

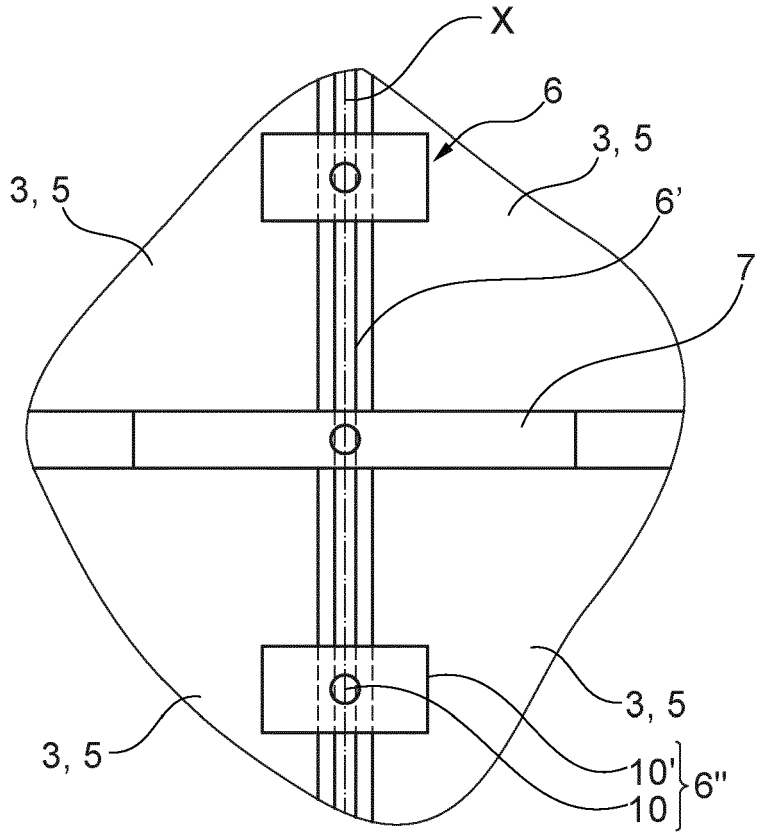


Fig. 4B

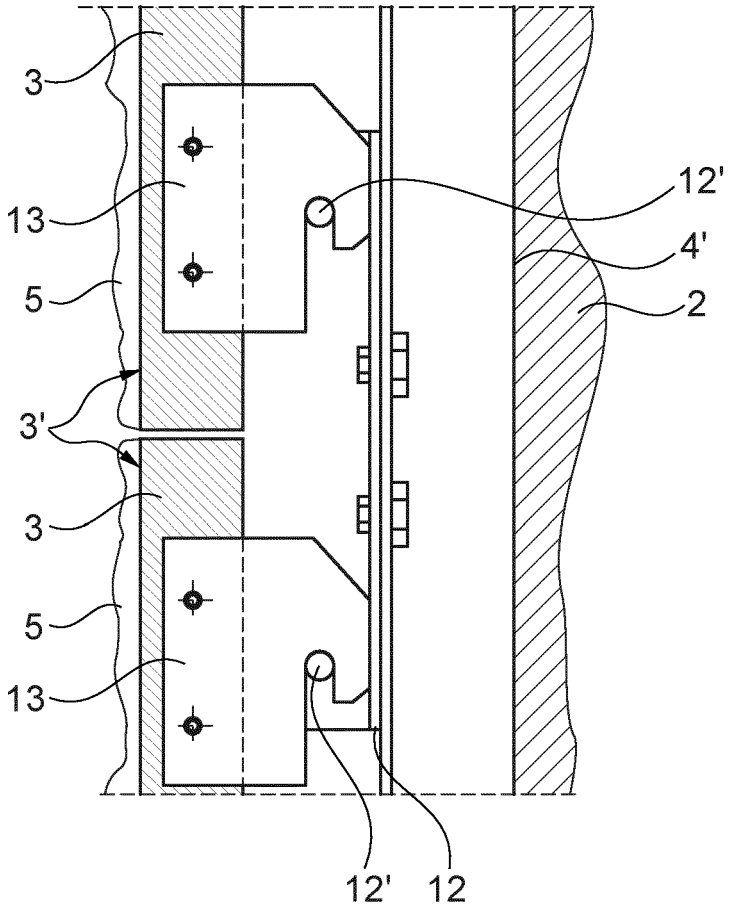


Fig. 5

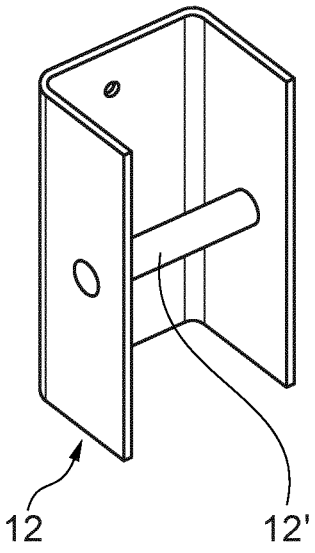


Fig. 6A

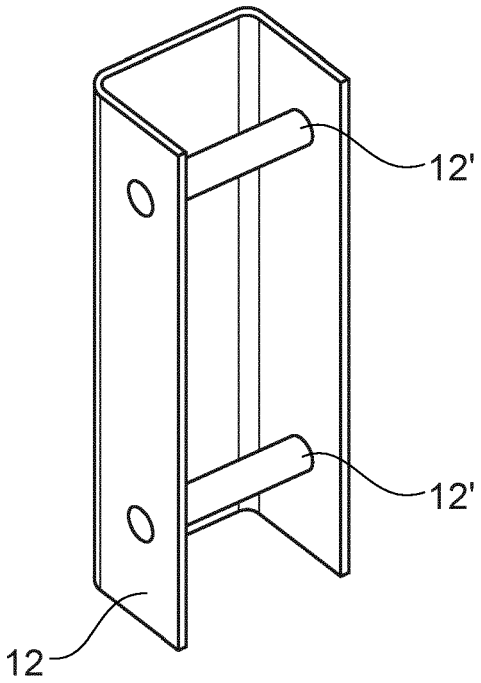


Fig. 6B

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

JP 2005 348631 A (TAMAGAWA YOGYO KK) 22 décembre 2005 (2005-12-22)

EP 1 243 703 A1 (VEGETUDE [FR]) 25 septembre 2002 (2002-09-25)

EP 2 617 696 A1 (KOMATSU SEIREN CO [JP]) 24 juillet 2013 (2013-07-24)

WO 2017/064444 A1 (LAFARGE SA [FR]) 20 avril 2017 (2017-04-20)

EP 1 803 697 A1 (OMI CERAMIC CO LTD [JP]) 4 juillet 2007 (2007-07-04)

JP H10 231576 A (KENSETSU GIJUTSU KENKYUSHO KK; TODA CONSTRUCTION) 2 septembre 1998 (1998-09-02)

EP 2 523 543 A1 (HAUTE ECOLE DU PAYSAGE D INGENIERIE ET D ARCHITECTURE HEPIA [CH]) 21 novembre 2012 (2012-11-21)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT