

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.01.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.07.17 Bulletin 17/30.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : POLY-PAC — FR.

72 Inventeur(s) : SECK CHEIKH.

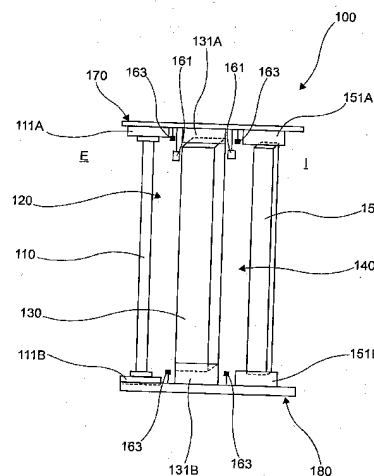
73 Titulaire(s) : POLY-PAC.

74 Mandataire(s) : CABINET PATRICE VIDON.

54 ELEMENT D'ENVELOPPE DE BATIMENT COMPRENANT UN MATERIAU A CHANGEMENT DE PHASE, ET
BATIMENT CORRESPONDANT.

57 L'invention concerne un élément d'enveloppe (100)
d'un bâtiment (1) séparant le milieu extérieur (E) du milieu
intérieur (I) du bâtiment (1), comprenant :

- une paroi externe (110) transparente ou translucide
apte à laisser passer le rayonnement solaire,
- une paroi interne (150) solidaire du bâtiment (1),
- une paroi centrale (130) disposée entre la paroi ex-
terne (110) et la paroi interne (150), assurant à la fois l'ab-
sorption, le stockage et la restitution de l'énergie thermique
issue du rayonnement solaire transmis par la paroi externe
(110), et l'isolation thermique du milieu intérieur (I) du bâti-
ment (1),
- une première lame d'air (120) ménagée entre ladite pa-
roi externe (110) et ladite paroi centrale (130), et
- une deuxième lame d'air (140) ménagée entre ladite
paroi centrale (130) et ladite paroi interne (150),
- des premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de
communication obturables étant aptes à être commandés
par une unité de pilotage (P) de façon à établir un circuit de
circulation d'air parmi plusieurs circuits de circulation d'air
possibles entre le milieu extérieur (E), ladite première lame
d'air (120), ladite deuxième lame d'air (140) et le milieu inté-
rieur (I).



Élément d'enveloppe de bâtiment comprenant un matériau à changement de phase, et bâtiment correspondant

1. Domaine de l'invention

5 Le domaine de l'invention est celui du bâtiment et de la construction.

Plus précisément, l'invention concerne un élément préfabriqué pour la construction d'une enveloppe, ou vêtue, de bâtiment qui est destinée à recouvrir ou à constituer une partie de mur ou de toit d'un bâtiment.

10 L'invention s'applique notamment aux constructions neuves ou aux bâtiments en rénovation.

L'invention concerne également un bâtiment équipé d'un ou de plusieurs de ces éléments préfabriqués.

2. Art antérieur et ses inconvénients

15 Pour assurer le confort thermique de ses occupants, un bâtiment nécessite des apports calorifiques considérables pour le chauffage et/ou le refroidissement de l'air intérieur. L'air intérieur doit en outre être renouvelé régulièrement afin de respecter l'hygiène des occupants et la salubrité du bâtiment.

20 Afin de réduire leur consommation énergétique, certains bâtiments présentent des enveloppes en façade qui assurent la séparation entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment et remplissent des fonctions multiples, notamment l'aspect esthétique extérieur du bâtiment, l'étanchéité, l'isolation thermique et acoustique, l'éclairage naturel de l'intérieur du bâtiment, l'aération et la ventilation.

Certaines enveloppes de bâtiment exploitent l'énergie issue du rayonnement solaire afin d'assurer le chauffage de l'air intérieur du bâtiment.

25 Il est connu notamment des dispositifs de vêtue murale destinés à être accrochés sur la face externe de murs existants, à l'image du "mur Trombe" dont le principe est utilisé dans le document FR 2 538 882. Ce dispositif met en œuvre un vitrage recouvrant un mur (en béton) de bâtiment et une lame d'air entre le vitrage et le mur. La lame d'air est chauffée par effet de serre. Des ouvertures hautes et basses
30 créent une circulation d'air entre la lame d'air et l'air intérieur du bâtiment.

Il existe une variante, appelée "mur capteur", qui ne met pas en œuvre de système de ventilation et qui est donc de conception plus simple. Avec ce principe, l'énergie solaire est transmise par conduction à travers le mur depuis la lame d'air chauffée par effet de serre, puis par rayonnement et convection à l'air de la pièce.

5 Les murs trombes constituent des sources d'économie d'énergie. Cependant, ces murs ont des capacités de stockage limitées du fait de l'utilisation de matériaux classiques tel que le béton comme élément stockeur. En outre, ils restituent peu d'énergie thermique par rapport à la quantité reçue. Pour pallier cet inconvénient, il a été proposé d'augmenter l'épaisseur de la paroi stockeuse.

10 Il est connu, par ailleurs, des parois à fonctionnement pariétodynamique qui mettent en œuvre une paroi vitrée complémentaire combinée au mur et créant un espace intermédiaire avec le mur, et des bouches d'entrée et de sortie d'air qui assurent le réchauffement de l'air de renouvellement (neuf) se déplaçant de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment via cet espace intermédiaire. Une telle approche est divulguée
15 dans le document FR 2 853 048.

Il a également été proposé des parois équipées de matériau à changement de phase (MCP) qui permettent de stocker l'énergie thermique issue du rayonnement solaire et de la déstocker en préchauffant l'air neuf de ventilation.

Un inconvénient des solutions de l'art antérieur est qu'elles ne sont pas ou peu
20 adaptées aux périodes froides et peu ensoleillées, et qu'elles ne permettent pas le rafraichissement de l'air du milieu intérieur.

Par ailleurs, la commande des systèmes de l'art antérieur est effectuée uniquement en fonction des conditions de température dans le milieu intérieur.

Il existe donc un besoin d'une enveloppe de bâtiment qui permette de réduire la
25 demande énergétique du bâtiment en été comme hiver, et dont le rendement énergétique est amélioré (tout en présentant une épaisseur réduite).

Il existe également un besoin d'une enveloppe de bâtiment pouvant assurer au choix le rafraichissement ou le chauffage de l'air du milieu intérieur.

Il existe également un besoin d'une telle enveloppe de bâtiment qui soit simple
30 à mettre en œuvre, adaptable à tout type de bâtiment, neuf ou en rénovation, et qui puisse être commandée de façon précise.

3. Exposé de l'invention

L'invention répond à ces besoins en proposant un élément d'enveloppe de bâtiment séparant le milieu extérieur du milieu intérieur d'un bâtiment, comprenant:

- 5 - une paroi externe transparente ou translucide apte à laisser passer le rayonnement solaire,
- une paroi interne solidaire du bâtiment,
- une paroi centrale disposée entre la paroi externe et la paroi interne, assurant à la fois l'absorption, le stockage et la restitution de l'énergie thermique issue
10 du rayonnement solaire transmis par la paroi externe, et l'isolation thermique du milieu intérieur du bâtiment,
- une première lame d'air ménagée entre ladite paroi externe et ladite paroi centrale, et
- une deuxième lame d'air ménagée entre ladite paroi centrale et ladite
15 paroi interne,
- des premiers moyens de communication obturables permettant ou non des échanges d'air entre ledit milieu extérieur et ladite première lame d'air,
- des deuxièmes moyens de communication obturables permettant ou non des échanges d'air entre ladite première lame d'air et ladite deuxième lame d'air, et
20 - des troisièmes moyens de communication obturables permettant ou non des échanges d'air entre ladite deuxième lame d'air et ledit milieu intérieur du bâtiment,

les premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de communication obturables étant aptes à être commandés par une unité de pilotage de façon à établir un circuit de
25 circulation d'air parmi plusieurs circuits de circulation d'air possibles entre le milieu extérieur, ladite première lame d'air, ladite deuxième lame d'air et le milieu intérieur.

La présente invention propose un élément d'enveloppe pour bâtiment intégrant un matériau stockeur thermique (tel un matériau à changement de phase, dit "MCP", du type paraffine, polymère, acide gras,...) de façon à assurer au choix le chauffage, le
30 rafraîchissement, ou l'isolation du bâtiment.

Ces différentes fonctions sont obtenues par la juxtaposition de plusieurs éléments au sein de l'élément d'enveloppe, et en particulier de trois parois et de deux lames d'air.

5 Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, la paroi centrale comprend au moins une couche de matériau à changement de phase apte à stocker et restituer l'énergie thermique issue du rayonnement solaire, ladite couche comprenant, sur sa face orientée vers la paroi externe, au moins une couche de matériau absorbeur et sur sa face orientée vers la paroi interne au moins une couche de matériau thermiquement isolant.

10 Une première paroi en façade récupère l'énergie solaire qui est stockée par une deuxième paroi stockeuse comprenant un matériau stockeur thermique (en l'occurrence un matériau à changement de phase, dit "MCP") disposé entre une couche absorbante du côté extérieur et une couche isolante du côté intérieur, cette deuxième paroi assurant le stockage d'énergie solaire captée en façade dans le but de le déstocker pour
15 chauffer l'air d'une ou plusieurs pièces d'intérieur.

L'utilisation d'un matériau à changement de phase permet d'obtenir une bonne inertie thermique.

La mise en œuvre d'une couche isolante permet en outre d'isoler l'intérieur du bâtiment.

20 Par ailleurs, la paroi centrale est une paroi coupe-feu.

Dans un autre mode de réalisation particulier de l'invention, la paroi centrale est constituée d'un complexe ou composite jouant à la fois un rôle d'isolation thermique, de coupe-feu, de captage et de stockage d'énergie thermique.

25 Dans ce cas, le matériau à changement de phase peut être conditionné dans des billes de plastique microscopiques (microencapsulation) qui sont dispersées dans une matrice, de graphite par exemple, jouant un rôle cimentaire.

En d'autres termes, la paroi centrale peut être monocouche ou multi-couches.

L'élément d'enveloppe répond aux besoins de renouvellement d'air tout en réduisant les déperditions thermiques liées à la ventilation. Elle permet de réduire la
30 demande énergétique du bâtiment en été comme en hiver (la solution de l'invention constitue donc une source d'économie d'énergie).

L'enveloppe de bâtiment selon l'invention assure notamment une fonction de chauffage et une fonction de refroidissement de l'air intérieur du bâtiment, une fonction de préchauffage de l'air de renouvellement provenant du milieu extérieur, et une fonction d'isolation thermique.

5 La sélection d'un mode de fonctionnement s'effectue par le pilotage en ouverture ou en fermeture de clapets par une unité centrale de façon à établir divers circuits d'air entre les deux lames d'air et les milieux intérieur et extérieur.

Selon un aspect particulier de l'invention, l'ouverture ou la fermeture des premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de communication obturables est
10 commandée par ladite unité de pilotage de façon à assurer au choix une fonction parmi les fonctions suivantes :

- le chauffage de l'air du milieu intérieur,
- le rafraîchissement de l'air du milieu intérieur,
- l'isolation du milieu intérieur du bâtiment,
- 15 - le préchauffage de l'air de renouvellement provenant du milieu extérieur et se déplaçant vers le milieu intérieur du bâtiment, ou
- l'évacuation de l'air de la première lame d'air vers l'extérieur.

Selon un aspect particulier de l'invention, ladite paroi centrale comprend au moins un capteur de température dudit matériau à changement de phase relié auxdits
20 moyens de pilotage.

Selon un aspect particulier de l'invention, chacune desdites lames d'air comprend au moins un capteur de température de l'air relié auxdits moyens de pilotage.

Selon un aspect particulier de l'invention, l'élément d'enveloppe comprend des moyens de mesure de flux thermiques entre la première lame d'air et la paroi centrale.

25 Selon un aspect particulier de l'invention, l'élément d'enveloppe comprend des moyens de mesure de débit d'air à l'intérieur des première et deuxième lames d'air.

Selon un aspect particulier de l'invention, ledit au moins un capteur de température et lesdits moyens de mesure de flux thermiques et de débit d'air sont reliés auxdits moyens de pilotage par une liaison sans fil.

Selon un aspect particulier de l'invention, ledit au moins un capteur de température et lesdits moyens de mesure de flux thermiques et de débit d'air sont des capteurs sans batterie.

5 Selon un aspect particulier de l'invention, l'élément d'enveloppe est destiné à recouvrir ou à constituer une partie de mur ou de toit du bâtiment.

Selon un aspect particulier de l'invention, l'élément d'enveloppe la paroi externe est en polycarbonate.

L'invention concerne également un bâtiment équipé d'au moins un élément d'enveloppe tel que décrit précédemment.

10 Selon l'invention, la paroi interne dudit élément d'enveloppe est fixée contre un mur du bâtiment ou remplit la fonction de mur lorsque la construction du bâtiment est du type poteau-poutre.

4. Liste des figures

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des illustrations annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 présente une vue schématique en perspective d'un bâtiment dont une façade est revêtue d'une enveloppe conforme à l'invention constituée de plusieurs éléments d'enveloppes juxtaposés ;
- 20 - la figure 2 présente une vue schématique, en coupe, d'un élément d'enveloppe de bâtiment conforme à l'invention ;
- la figure 3 présente une vue schématique en perspective de la paroi centrale de l'élément d'enveloppe de la figure 2 ;
- les figures 4A à 4F présentent de façon schématique plusieurs circuits de circulation d'air possibles entre le milieu extérieur d'un bâtiment, 25 l'enveloppe du bâtiment conforme à l'invention et le milieu intérieur du bâtiment ;
- la figure 5 présente un schéma-bloc du fonctionnement de l'unité de pilotage des circuits de circulation d'air.

30

5. Description détaillée de l'invention

5.1 Structure générale de l'enveloppe

La figure 1 montre un bâtiment 1 dont une façade (la face la plus exposée au soleil) est pourvue de modules ou éléments d'enveloppe 100 qui sont assemblés entre eux pour former une enveloppe 10 conforme à l'invention qui permet d'optimiser la performance énergétique du bâtiment 1.

L'enveloppe 10 constitue une paroi complémentaire qui est installée contre la face extérieure d'un mur formant une façade du bâtiment 1.

Chaque élément d'enveloppe 100 assure l'interface entre l'intérieur I et l'extérieur E du bâtiment 1, et présente plusieurs chemins de circulation d'air.

Il peut être de forme rectangulaire ou carrée, par exemple.

5.2 Structure générale d'un élément de l'enveloppe

La figure 2 est une vue en coupe, partielle, d'un élément d'enveloppe 100 conforme à l'invention.

L'élément d'enveloppe 100 comprend trois parois 110, 130, 150 espacées définissant deux lames d'air 120, 140.

Dans l'exemple illustré, les parois 110, 130, 150 s'étendent verticalement et sont essentiellement parallèles entre elles.

La paroi externe 110 est constituée d'une plaque de matériau transparent ou translucide. Il peut s'agir d'une vitre en verre, d'un double vitrage en verre (pour assurer une meilleure isolation thermique) ou d'un panneau en matière plastique, tel qu'un panneau en polycarbonate qui présente l'avantage d'être léger, robuste et résistant aux impacts.

Cette paroi externe 110 est destinée à être orientée vers le milieu extérieur et est apte à transmettre le rayonnement solaire. Elle est, par exemple, apte à transmettre les longueurs d'onde du rayonnement solaire comprises entre 300 nm et 3 µm.

La paroi centrale 130 comprend dans cet exemple trois couches de matériau assurant une triple fonction de :

- captation/absorption d'énergie thermique,
- stockage et déstockage/restitution d'énergie thermique, et

- d'isolation thermique.

La structure de cette paroi centrale 130 est détaillée ci-après.

La paroi interne 150 est destinée à être fixée contre un mur d'un bâtiment ou à remplir la fonction de mur pour les systèmes de construction de type poteau poutre.

5 Ces parois 110, 130, 150 sont montés dans un cadre et sont solidarisiées entre elles à leurs deux extrémités par deux éléments de support 170, 180 parallèles s'étendant perpendiculairement aux parois 110, 130, 150.

10 Un premier espace est ménagé entre la paroi externe 110 et la paroi centrale 130, définissant ainsi une première lame d'air 120, autrement appelée lame d'air externe. La première lame d'air 120 est l'endroit où s'opère l'effet de serre en cas d'ensoleillement et constitue le siège des échanges de chaleur entre le soleil, la paroi externe 110 et la paroi centrale 130.

15 Un deuxième espace est ménagé entre la paroi centrale 130 et la paroi interne 150, définissant ainsi une deuxième lame d'air 140, autrement appelée lame d'air interne. La deuxième lame d'air 140 constitue un espace tampon dont le rôle est de mettre en symbiose les besoins de l'ambiance intérieure du bâtiment et les conditions climatiques extérieures.

Des moyens de communication sont ménagés en partie haute et basse du système 170, 180 afin de permettre une circulation d'air :

- 20
- entre le milieu extérieur E et la première lame d'air 120 ;
 - entre la première lame d'air 120 et la deuxième lame d'air 140, et
 - entre la deuxième lame d'air 140 et le milieu intérieur I du bâtiment.

Ces moyens de communication comprennent des ouvertures et conduits équipés de clapets.

25 Ainsi, dans l'exemple illustré, des ouvertures (de section rectangulaire, par exemple) sont ménagées du côté extérieur à chaque extrémité haute et basse de la paroi externe 110, et des conduits comprenant des premiers clapets 111A et 111B relient l'espace extérieur à la première lame d'air 120.

30 De la même façon, des deuxièmes clapets 131A et 131B sont disposés respectivement à chaque extrémité de la paroi centrale 130.

Enfin, des troisièmes clapets 151A et 151B sont disposés respectivement à chaque extrémité de la paroi interne 150.

Chacun de ces clapets est monté dans un conduit qui est ménagé dans une des plaques de support 170, 180 et peut être commandé individuellement, par une unité de pilotage P (figure 1), entre une position de fermeture du conduit correspondant (dans laquelle il ne laisse pas passer l'air), et au moins une position d'ouverture (dans laquelle il laisse passer l'air). Chacun des clapets peut ainsi prendre une position d'ouverture partielle ou totale du conduit correspondant.

Des ouvertures reliant la deuxième lame d'air 140 et le milieu intérieur I du bâtiment sont ménagées du côté intérieur du bâtiment et débouchent dans la pièce à chauffer ou rafraîchir.

Les clapets, conduits et lames d'air établissent des circuits de circulation d'air, et permettent des échanges aérothermiques entre l'environnement extérieur E, la paroi centrale 130 et l'ambiance intérieure I du bâtiment.

La position de ces clapets est pilotée par l'unité de pilotage P en fonction des cycles de stockage/déstockage de la paroi centrale 130 et de la température des lames d'air 120, 140.

La paroi centrale, ou stockeuse, 130 comprend trois couches distinctes 132, 133, 134, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3.

La première couche, autrement appelée couche avant ou couche absorbante 132, est orientée vers la paroi externe 110 et la première lame d'air 120, et est donc destinée à être orientée vers l'extérieur.

Elle est constituée d'un matériau absorbeur servant à absorber l'énergie thermique de la première lame d'air 120 qui est issue du rayonnement solaire transmis par la paroi externe 110.

Un tel matériau absorbeur est constitué préférentiellement d'un matériau sélectif (présentant une faible émissivité et une forte absorptivité).

L'épaisseur de la couche absorbante 132 est comprise entre 0.5 mm et 10 mm.

La deuxième couche, autrement appelée couche intermédiaire 133, permet de stocker/emmagasiner l'énergie thermique issue du rayonnement solaire et de la restituer dans une ou plusieurs pièces du bâtiment 1.

Pour ce faire, cette couche intermédiaire 133 comprend un matériau dont les propriétés thermophysiques varient en fonction de la température.

Dans l'exemple illustré, cette couche intermédiaire 133 comprend un matériau à changement de phase (MCP), préférablement de la paraffine ou des acides gras tels que du n - Heptadecane, Octadecane, n –Nonadecane. Ce matériau peut être conditionné sous forme de briquettes ou de plaquettes, dans une enveloppe à paroi mince en polyoléfine, par exemple.

L'épaisseur de la couche intermédiaire 133 est comprise entre 2 et 100 mm.

La troisième couche, autrement appelée couche arrière ou bien couche isolante 134, est constituée d'un matériau isolant qui est résistant au feu et peu émissif afin de minimiser les pertes thermiques radiatives et ainsi limiter les déperditions thermiques de la paroi interne 150. Elle permet en outre de limiter les pertes de chaleur vers l'extérieur l'hiver en période de chauffage, et les apports de chaleur vers l'intérieur l'été lorsque l'on souhaite rafraîchir le bâtiment. L'épaisseur de la couche isolante 134 est comprise entre 20 et 40 mm.

Dans un autre mode de réalisation (non illustré), la paroi centrale est constituée d'une unique couche comprenant une matrice de classement feu de type A intégrant des microbilles de matériau à changement de phase (MCP). Cette paroi centrale assure à la fois l'absorption, le stockage et la restitution de l'énergie thermique issue du rayonnement solaire transmis par la paroi externe, et l'isolation thermique du milieu intérieur I du bâtiment

La première lame d'air 120 est en contact à l'avant avec la paroi externe 110 et en contact à l'arrière avec la couche absorbante 132.

La deuxième lame d'air 140 est en contact à l'avant avec la couche isolante 134 et en contact à l'arrière avec la paroi interne 150.

Après avoir traversé la paroi externe 110, l'énergie solaire est captée par la couche absorbante 132 de la paroi centrale 130, puis transmise au matériau à changement de phase (MCP) de la couche intermédiaire 133 par conduction.

Durant la phase de stockage (également appelée "charge"), le matériau à changement de phase agit comme un réservoir d'énergie thermique. Initialement à l'état solide, il emmagasine, sans changer d'état, l'énergie thermique. La température du

matériau à changement de phase augmente par accumulation d'énergie thermique sous forme de chaleur sensible et, lorsqu'elle atteint la température de fusion, le matériau à changement de phase passe à l'état liquide et la chaleur est alors stockée sous forme latente.

5 La température de fusion est choisie suivant l'usage des locaux concernés (entre 20°C et 50°C classiquement).

En l'absence de soleil (en période diurne, par exemple), la température de la paroi externe 110 et de la lame d'air externe 120 diminue. Par conséquent, le matériau à changement de phase restitue de la chaleur (phase de "décharge"), sa température
10 diminuant jusqu'à la température de fusion à laquelle il passe de l'état liquide à l'état solide. Cette transition de phase est exothermique, ce qui se solde par une grande quantité de chaleur dégagée. L'air éventuellement introduit par ventilation dans l'espace intérieur I du bâtiment est préchauffé dans la lame d'air externe 120 durant cette phase de décharge.

15 A la différence des matériaux classiques dont le stockage et le déstockage s'effectuent par chaleur sensible, le matériau à changement de phase retarde la restitution de la chaleur.

5.3 Pilotage de l'enveloppe

L'enveloppe 10 du bâtiment 1 est pilotée par l'unité de pilotage P qui reçoit des
20 données d'un ensemble de capteurs comprenant :

- des premiers capteurs de température 161 disposés d'une part en surface de la couche intermédiaire 133 de la paroi centrale 130 et, d'autre part, dans les lames d'air externe et interne 120, 140, notamment en leur partie haute. Ces premiers capteurs 161, qui sont par exemple des thermocouples, sont ainsi aptes à mesurer, d'une part, la
25 température du matériau à changement de phase de la couche intermédiaire 133 et, d'autre part, la température des lames d'air externe et interne 120, 140 ;

- des deuxièmes capteurs 162 aptes à mesurer un flux thermique à travers une surface. Ces deuxièmes capteurs thermiques 162 sont par exemple des fluxmètres à gradient tangentiel, disposés sur la face extérieure de la couche absorbante 132 de
30 façon à pouvoir mesurer les échanges de chaleur/flux thermiques entre la première lame d'air 120 et la couche intermédiaire 133, et

- des troisièmes capteurs 163, tels que des anémomètres, aptes à mesurer le débit d'air à l'intérieur des lames d'air externe et interne 120, 140.

On peut utiliser d'autres types de capteurs pour réaliser les mesures physiques susdécrites, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

5 L'ensemble de ces capteurs 161, 162, 163 permet de communiquer en temps réel, à l'unité de pilotage P, la température du matériau à changement de phase, les flux thermiques échangés entre la couche intermédiaire 133 et la couche absorbante 132 de la paroi centrale 130, ainsi que le débit d'air dans les lames d'air externe et interne 120, 140 de chaque élément d'enveloppe 100 constituant l'enveloppe 10 du bâtiment 1 selon
10 l'invention.

Comme illustré en figure 5, l'ensemble des mesures 54 issues des capteurs 161, 162, 163 de chaque élément d'enveloppe 100 est traité par l'unité de pilotage P, via un microprocesseur 51 communiquant avec une mémoire 52 et un ou plusieurs programmes informatiques 53, afin de commander, via un ensemble de signaux de
15 commande 56, l'ouverture ou la fermeture des clapets de communication d'air de chacun des éléments d'enveloppe 100, pour effectuer des cycles de chauffage et de refroidissement. En complément de ces mesures, l'unité de pilotage P peut tenir compte d'informations 55 relatives à l'horaire de la journée, la date du jour, la météorologie (température du milieu extérieur), et/ou des besoins thermiques du bâtiment
20 (température de l'espace intérieur),...

Ainsi, l'unité de pilotage P permet de piloter sélectivement et indépendamment les clapets de chaque élément d'enveloppe 100 constituant l'enveloppe 10 du bâtiment
1.

25 Contrairement aux solutions de l'art antérieur dans lesquelles les clapets des enveloppes sont pilotés/commandés par des conditions de température dans le milieu intérieur, les consignes d'ouverture et de fermeture des clapets sont ici basées sur les paramètres du matériau à changement de phase notamment.

Les capteurs 161, 162, 163 sont aptes, par exemple, à communiquer les mesures vers l'unité de pilotage P par le biais d'une liaison sans fil (Wifi, Bluetooth, radio,...). Ils
30 peuvent ne pas disposer de batterie d'alimentation et puiser l'énergie dans leur milieu

(ils utilisent dans ce cas des micro-générateurs qui transforment pressions, vibrations, variations de température ou lumière en électricité).

Les capteurs 161, 162, 163 sont, de préférence, résistants aux hautes températures et à l'humidité.

5 5.4 Modes de fonctionnement

L'enveloppe du bâtiment conforme à l'invention peut assurer plusieurs fonctions distinctes illustrées sur les figures 4A à 4F, en fonction de la position (ouverte ou fermée) des clapets 111A, 111B, 131A, 131B, 151A, 151B.

10 Lorsque tous les clapets sont en position fermée, tel qu'illustré en figure 4A, l'enveloppe de bâtiment assure une fonction d'isolation. Il n'y alors pas de circulation d'air dans les lames d'air 120, 140. Les parois 110, 130, 150 et les lames d'air 120, 140, participent à l'isolation thermique du bâtiment en limitant les déperditions thermiques.

Cette fonction est utilisée notamment la nuit ou bien les jours où l'ensoleillement est faible, voire nul.

15 Lorsque les clapets 111B, 131A et 151A sont ouverts et les clapets 111A, 131B, 151B sont fermés, tel qu'illustré en figure 4B, l'enveloppe de bâtiment selon l'invention assure une fonction de préchauffage permettant de préchauffer l'air de renouvellement provenant du milieu extérieur.

20 L'air de renouvellement du milieu extérieur, généralement plus froid que l'air du milieu intérieur I au bâtiment, pénètre dans la lame d'air externe 120 via le clapet bas 111B (qui est en position ouverte), et y est chauffé par effet de serre grâce au rayonnement solaire traversant la paroi externe 110. L'air de renouvellement ainsi chauffé s'élève dans la lame d'air externe 120 par convection naturelle ou forcée (via un VMC simple flux) jusqu'à être dirigé vers le milieu intérieur I à travers les clapets haut
25 131A et 151A. L'air neuf circule ainsi de l'extérieur E à travers l'enveloppe pour arriver à l'intérieur I du bâtiment, dans une ou plusieurs pièces.

Cette fonction est utilisée notamment en hiver ou lors d'une période froide en intersaisons, les jours où l'ensoleillement est important, afin de chauffer l'espace intérieur du bâtiment.

30 Lorsque les clapets 111A, 111B et 131A, 131B sont fermés et que les clapets 151A, 151B sont ouverts, tel qu'illustré en figure 4C, l'enveloppe de bâtiment selon

l'invention assure une fonction de chauffage dans laquelle l'air du bâtiment circule naturellement en circuit fermé entre le milieu intérieur I et la lame d'air interne 140.

Cette fonction est utilisée notamment les nuits d'hiver, suite à une journée ensoleillée. Le matériau à changement de phase de la couche intermédiaire 133 de la paroi centrale 130 restitue ou déstocke vers la lame d'air interne 140 l'énergie thermique préalablement emmagasinée pendant la période ensoleillée sous forme de chaleur latente et/ou sensible. Ainsi, l'air du milieu I pénétrant dans la lame d'air interne 140 par le clapet bas 151B y est chauffé. L'air ainsi chauffé est aspiré par convection naturelle vers le clapet haut 151A pour retourner dans le milieu intérieur I.

10 Lorsque les clapets 111B, 131B, 151A sont fermés et que les clapets 111A, 131A, 151B sont ouverts, tel qu'illustré en figure 4D, l'enveloppe de bâtiment selon l'invention assure une première fonction de rafraîchissement passif (on fait ressortir l'air intérieur vers l'extérieur en faisant remonter l'air intérieur dans la lame d'air interne 140).

15 Lorsque les clapets 111B, 131A, 151A sont fermés et que les clapets 111A, 131B, 151B sont ouverts, tel qu'illustré en figure 4E, l'enveloppe de bâtiment selon l'invention assure une deuxième fonction de rafraîchissement passif (on fait ressortir l'air intérieur vers l'extérieur en faisant remonter l'air intérieur dans la lame d'air externe 120).

Ces deux fonctions sont utilisées notamment les jours d'ensoleillement pour refroidir l'espace intérieur I du bâtiment.

20 Lorsque les clapets 131A, 131B, 151A, 151B sont fermés et que les clapets 111A, 111B sont ouverts, tel qu'illustré en figure 4F, l'enveloppe de bâtiment selon l'invention assure une fonction de tirage-évacuation. La fonction tirage-évacuation a notamment pour but de renouveler l'air de la lame d'air externe 120 et ainsi d'empêcher la surchauffe de l'air de la lame d'air externe 120, notamment lors des jours ensoleillés. Elle permet en outre d'évacuer les excédents de chaleur afin notamment d'empêcher la ramollissement Vicat du polycarbonate, d'atteindre le point de ramollissement Vicat du polycarbonate, en particulier en période estivale.

30 Un procédé de fonctionnement de l'enveloppe 10 du bâtiment 1 peut être le suivant : sous l'influence des rayons solaires, en hiver notamment, la lame d'air externe 120 s'échauffe. Cette chaleur est cédée par le biais de la couche absorbante 132 au matériau à changement de phase qui accumule/emmagasine/stocke la chaleur captée.

Lorsque la température intérieure chute, le matériau à changement de phase restitue la chaleur accumulée à l'air de ventilation provenant de l'extérieur E pour réchauffer l'espace intérieur I. Ainsi, l'intérieur du bâtiment se réchauffe, ce qui permet de faire des économies d'énergie (les besoins en chauffage du bâtiment étant
5 moindres). Au fur et à mesure que la température extérieure diminue, le matériau à changement de phase se refroidit.

Pendant des périodes d'ensoleillement faible ou nul (période nocturne), l'enveloppe (notamment la couche isolante 134 et la lame d'air interne 140) se comporte comme un isolant et permet d'éviter que le milieu intérieur I ne se refroidisse
10 trop vite. Le matériau à changement de phase restitue la chaleur accumulée précédemment pour réchauffer l'air de ventilation provenant de l'extérieur E. L'air neuf préchauffé est ensuite introduit dans une pièce du bâtiment.

L'enveloppe protège également l'intérieur du bâtiment de l'ambiance extérieure lors des surchauffes en été ou lors des périodes de grande chaleur (elle joue le rôle
15 d'isolant), et permet d'éviter que le milieu intérieur ne se réchauffe. Ceci permet de faire des économies en ce qui concerne le rafraichissement du bâtiment.

L'enveloppe conforme à l'invention permet ainsi de préchauffer l'air neuf de ventilation en vue de limiter la demande énergétique du bâtiment, le matériau à
20 changement de phase permettant de stocker de grandes quantités d'énergie dans un volume réduit par rapport aux parois classiques (béton, bois,...).

La circulation de l'air dans les lames d'air 120, 140 peut se faire de façon naturelle et/ou par convection forcée via, par exemple, l'ajout d'un dispositif de ventilation mécanique contrôlée (VMC).

On note, par ailleurs, que la lame d'air interne 140 est destinée notamment à
25 récupérer la chaleur issue de l'intérieur du bâtiment et se dirigeant à travers la paroi interne 150 vers l'extérieur du bâtiment. Cette chaleur peut être réinjectée vers l'intérieur du bâtiment par l'ouverture du clapet 151A.

5.5 Autres aspects et variantes

Cette enveloppe se distingue d'autres parois solaires, telles que le mur Trombe, en ce que :

- 5 - elle s'adapte à toutes les saisons, et permet de réduire la demande énergétique du bâtiment été comme hiver, grâce aux diverses boucles de circulation d'air;
- elle permet une symbiose parfaite entre l'environnement extérieur et les besoins énergétiques de l'intérieur ;
- 10 - elle offre une isolation parietodynamique très élevée avec une faible épaisseur;
- elle permet le couplage du rafraîchissement et du chauffage solaire dans un seul et unique système ;
- elle permet une optimisation des gains par un pilotage des ouvertures/clapets qui prend en compte le cycle de stockage/déstockage du matériau à changement de
- 15 phase ;
- elle s'adapte à tout type de construction (neuf, réhabilitation, système poteau poutre ou mur porteur, par exemple).

Une telle enveloppe peut être assemblée à partir de modules de dimensions prédéfinies fabriqués de façon industrielle et mis en place sur le mur concerné par une

20 opération de pose rapide.

La fabrication et la mise en place des différents composants d'un tel module sont aisées.

La paroi interne 150 peut correspondre à une paroi destinée à être fixée contre un mur ou une toiture existante d'un bâtiment sans pour autant sortir du cadre de

25 l'invention.

Elle peut être intégrée à une façade d'un bâtiment d'habitation ou d'un bâtiment tertiaire, que ce soit pour une construction neuve ou en rénovation.

REVENDEICATIONS

1. Elément d'enveloppe (100) d'un bâtiment (1) séparant le milieu extérieur (E) du milieu intérieur (I) du bâtiment (1), caractérisé en ce qu'il comprend
- 5 - une paroi externe (110) transparente ou translucide apte à laisser passer le rayonnement solaire,
- une paroi interne (150) solidaire du bâtiment (1),
 - une paroi centrale (130) disposée entre la paroi externe (110) et la paroi interne (150), assurant à la fois l'absorption, le stockage et la restitution de l'énergie
- 10 thermique issue du rayonnement solaire transmis par la paroi externe (110), et l'isolation thermique du milieu intérieur (I) du bâtiment (1),
- une première lame d'air (120) ménagée entre ladite paroi externe (110) et ladite paroi centrale (130), et
 - une deuxième lame d'air (140) ménagée entre ladite paroi centrale
- 15 (130) et ladite paroi interne (150),
- des premiers moyens de communication (111A, 111B) obturables permettant ou non des échanges d'air entre ledit milieu extérieur (E) et ladite première lame d'air (120),
 - des deuxièmes moyens de communication (131A, 131B) obturables
- 20 permettant ou non des échanges d'air entre ladite première lame d'air (120) et ladite deuxième lame d'air (140), et
- des troisièmes moyens de communication (151A, 151B) obturables permettant ou non des échanges d'air entre ladite deuxième lame d'air (140) et ledit milieu intérieur du bâtiment,
- 25 les premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de communication obturables étant aptes à être commandés par une unité de pilotage (P) de façon à établir un circuit de circulation d'air parmi plusieurs circuits de circulation d'air possibles entre le milieu extérieur (E), ladite première lame d'air (120), ladite deuxième lame d'air (140) et le milieu intérieur (I).
- 30 2. Elément d'enveloppe (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi centrale (130) comprend au moins une couche de matériau à changement de

phase (133) apte à stocker et restituer l'énergie thermique issue du rayonnement solaire, ladite couche de matériau à changement de phase (133) comprenant, sur sa face orientée vers la paroi externe (110), au moins une couche de matériau absorbeur (132) et sur sa face orientée vers la paroi interne (150) au moins une couche de matériau thermiquement isolant (134).

5 **3.** Élément d'enveloppe (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi centrale (130) comprend des billes de matériau à changement de phase disposées dans une matrice.

4. Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'ouverture ou la fermeture des premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de communication obturables est commandée par ladite unité de pilotage (P) de façon à assurer au choix une fonction parmi les fonctions suivantes :

- le chauffage de l'air du milieu intérieur (I),
- le rafraîchissement de l'air du milieu intérieur (I),
- 15 - l'isolation du milieu intérieur (I) du bâtiment (1),
- le préchauffage de l'air de renouvellement provenant du milieu extérieur (E) et se déplaçant vers le milieu intérieur (I) du bâtiment (1), ou
- l'évacuation de l'air de la première lame d'air (120) vers l'extérieur (E).

5. Élément d'enveloppe (100) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite paroi centrale (130) comprend au moins un capteur de température (161) dudit matériau à changement de phase relié auxdits moyens de pilotage (P).

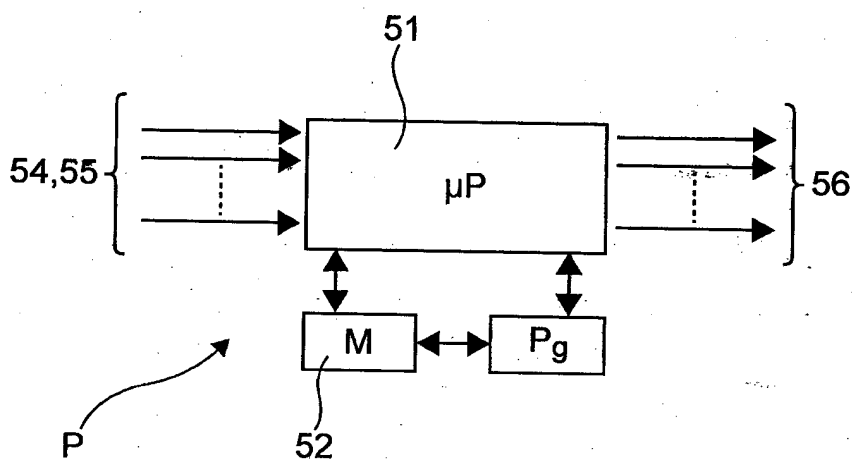
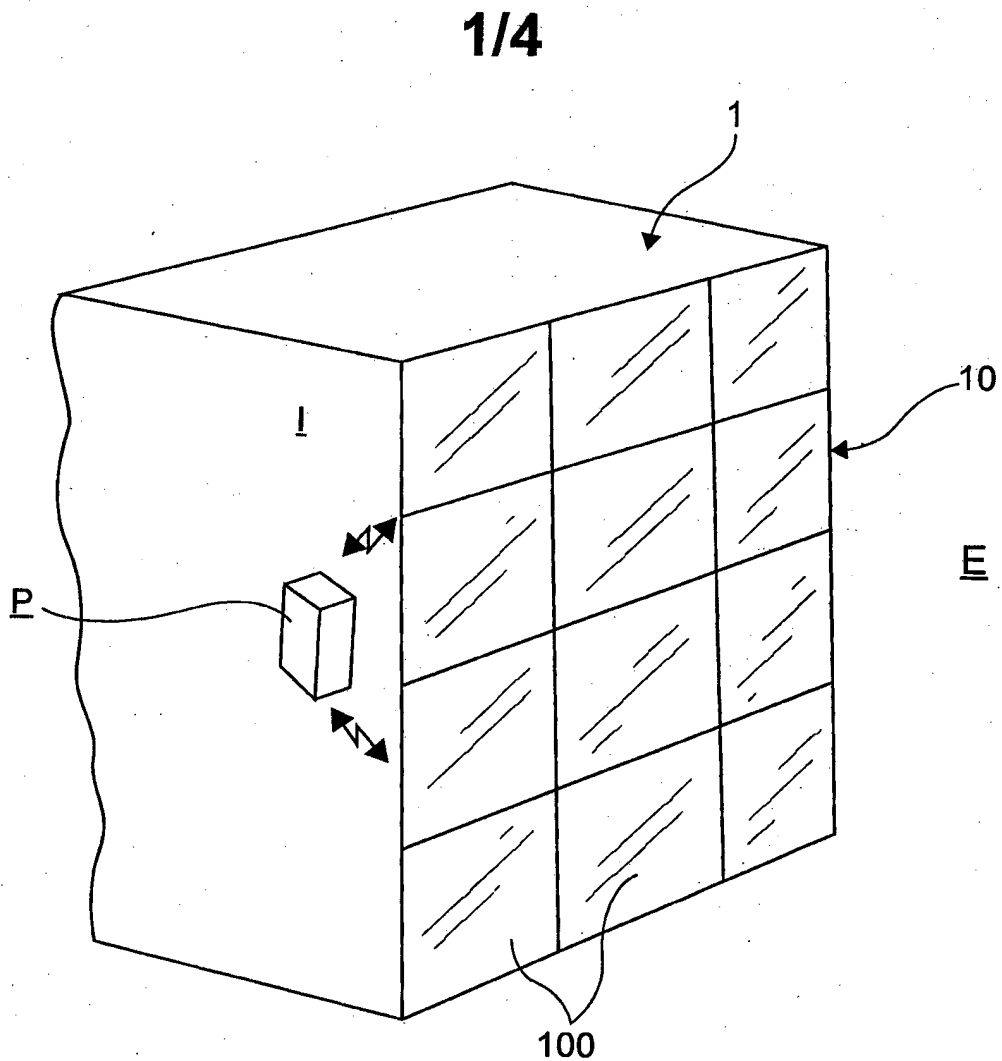
6. Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chacune desdites lames d'air (120, 140) comprend au moins un capteur de température (161) de l'air relié auxdits moyens de pilotage (P).

25 **7.** Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de mesure de flux thermiques (162) entre la première lame d'air (120) et la paroi centrale (130).

8. Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de mesure de débit d'air (163) à l'intérieur des première et deuxième lames d'air (120, 140).

30

9. Élément d'enveloppe (100) selon l'ensemble des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que ledit au moins un capteur de température (161) et lesdits moyens de mesure de flux thermiques (162) et de débit d'air (163) sont reliés auxdits moyens de pilotage (P) par une liaison sans fil.
- 5 10. Élément d'enveloppe (100) selon l'ensemble des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que ledit au moins un capteur de température (161) et lesdits moyens de mesure de flux thermiques (162) et de débit d'air (163) sont des capteurs sans batterie.
11. Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en
10 ce qu'il est destiné à recouvrir ou à constituer une partie de mur ou de toit du bâtiment (1).
12. Élément d'enveloppe (100) selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la paroi externe est en polycarbonate.
13. Bâtiment (1) équipé d'au moins un élément d'enveloppe (100) selon l'une des
15 revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la paroi interne (150) dudit élément d'enveloppe (100) est fixée contre un mur du bâtiment (1) ou remplit la fonction de mur lorsque la construction du bâtiment (1) est du type poteau-poutre.



2/4

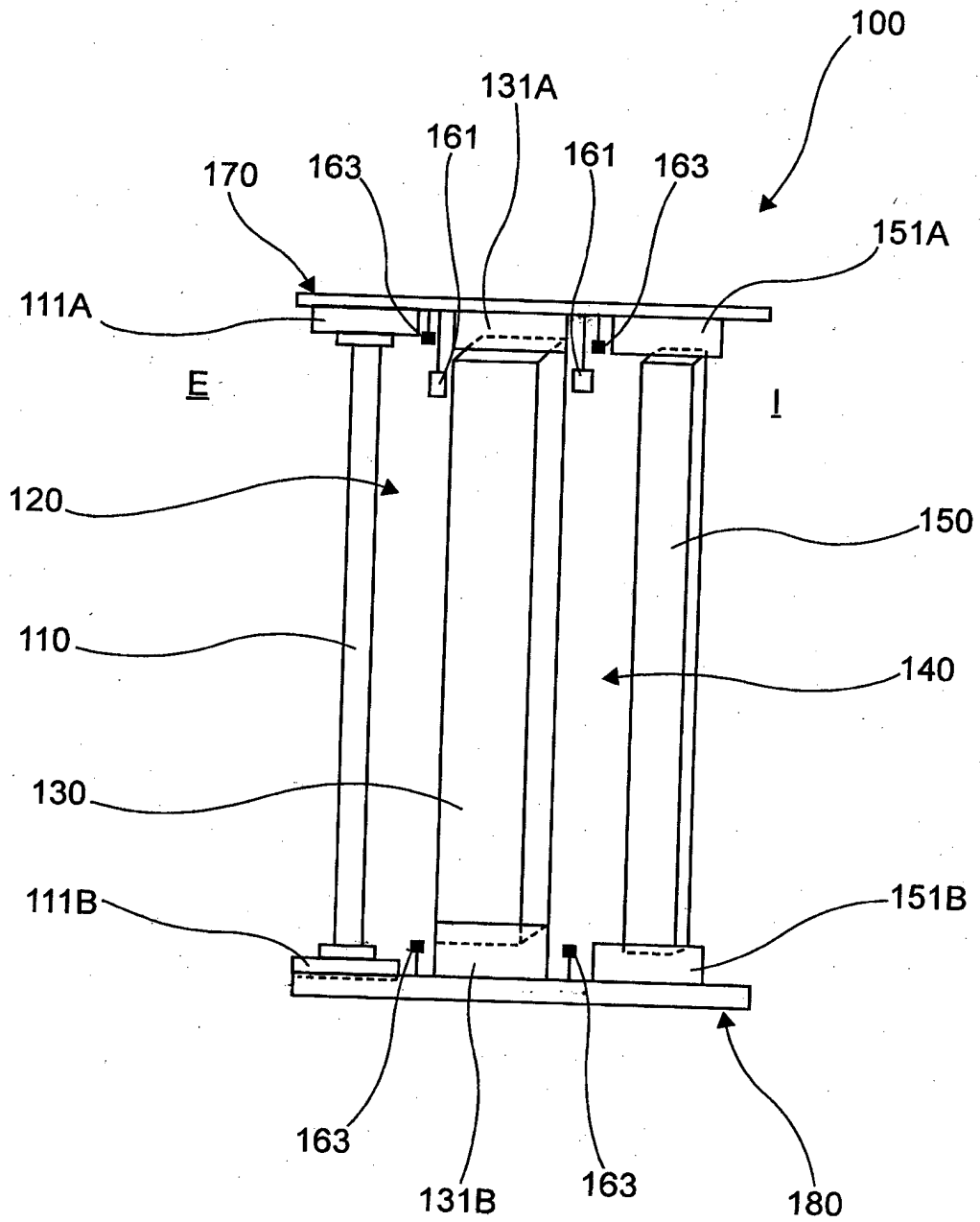


Fig. 2

3/4

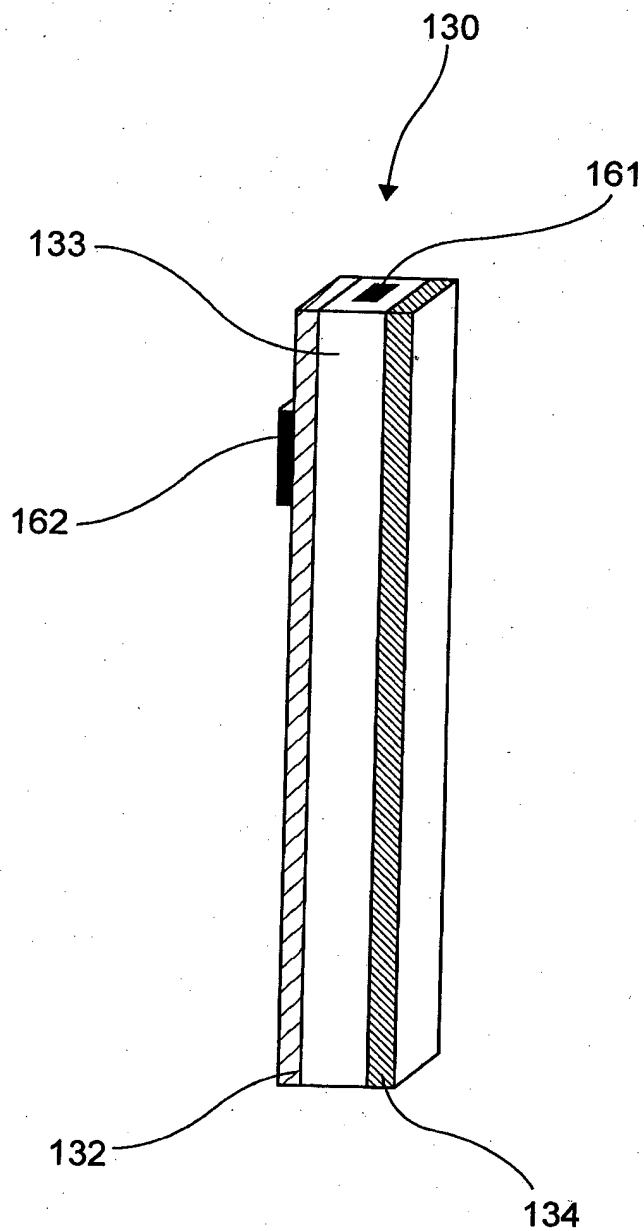


Fig. 3

4/4

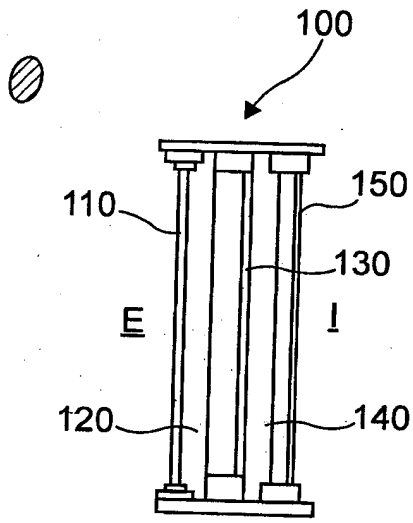


Fig. 4A

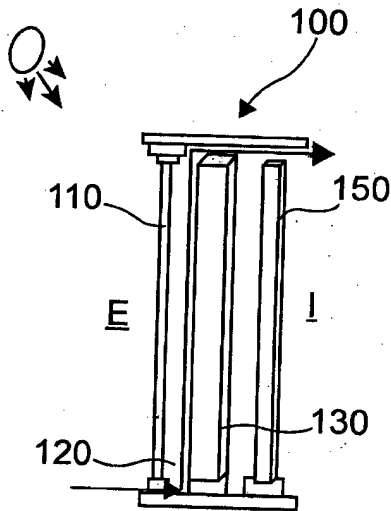


Fig. 4B

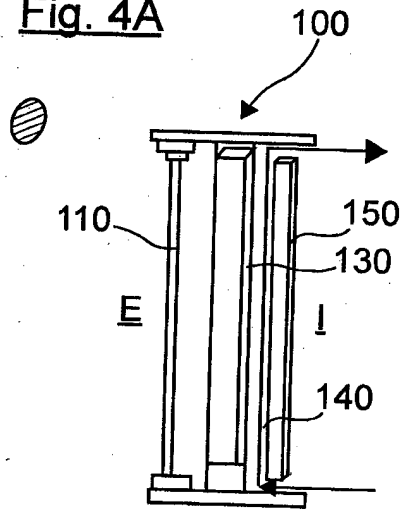


Fig. 4C

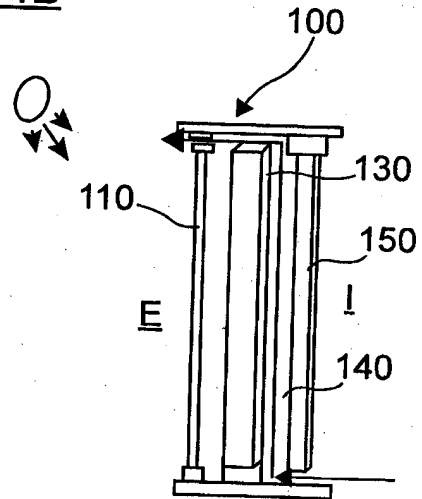


Fig. 4D

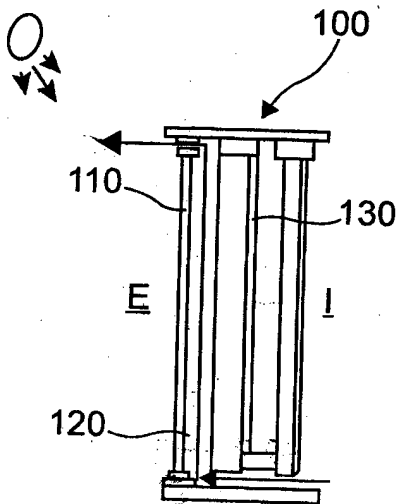


Fig. 4E

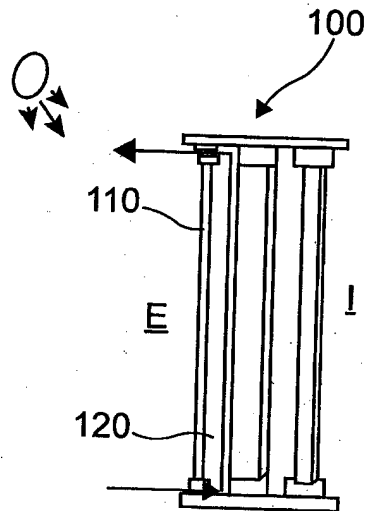


Fig. 4F

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 823102
FR 1650659

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	FR 2 610 982 A1 (ARMINES [FR]) 19 août 1988 (1988-08-19) * page 3, ligne 23 - page 5, ligne 35; figure 5 *	1-13	E04C2/52 F24J2/04 F24F5/00 F24F7/00 F24F11/00 E04F13/00
A,D	FR 2 538 882 A1 (SODETEG [FR]) 6 juillet 1984 (1984-07-06) * page 2, ligne 24 - page 6, ligne 7; figures 1-3 *	1-13	
A	DE 35 45 648 A1 (SCHUMERTL HEINRICH [DE]) 21 août 1986 (1986-08-21) * page 2 - page 4; figures 1,2 *	1-13	
A	GB 2 103 783 A (EURATOM [LU]) 23 février 1983 (1983-02-23) * page 1, ligne 72 - page 2, ligne 20; figures 1,2 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F24J F28D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 octobre 2016		Delval, Stéphane	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			
<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1650659 FA 823102**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-10-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2610982	A1	19-08-1988	FR 2610982 A1	19-08-1988
			JP S63284337 A	21-11-1988

FR 2538882	A1	06-07-1984	AUCUN	

DE 3545648	A1	21-08-1986	AUCUN	

GB 2103783	A	23-02-1983	ES 8400592 A1	16-01-1984
			FR 2511133 A1	11-02-1983
			GB 2103783 A	23-02-1983
			GR 78005 B	26-09-1984
			IT 1149044 B	03-12-1986
