

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

**3 102 300**

②1 N° d'enregistrement national : **19 11653**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 L 31/042** (2019.12)

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 18.10.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.04.21 Bulletin 21/16.

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) : GELI François — FR et GELI Béné-  
dicte — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GELI François et GELI Bénédicte.

⑦3 Titulaire(s) : GELI François, GELI Bénédicte.

⑦4 Mandataire(s) : GELI François.

⑤4 Structure de capture des rayons lumineux diffus et directs pour panneaux solaires photovoltaïques.

⑤7 Une structure 3D (1) de capture des rayons lumineux directs et diffus pour panneaux solaires photovoltaïques comporte deux sous-structures (2) et (3). Ladite sous-structure (3) est à l'arrière-plan et comporte un cadre (16) supportant un damier (161) d'une part de panneaux solaires mono-face (14), et d'autre part de miroirs (15). Ladite sous-structure (2) est au premier plan, et comporte deux surfaces photovoltaïques utiles, l'une au recto, et l'autre au verso qui exploite la lumière réfléchie par lesdits miroirs (15). Cette configuration apporte des performances optimisées l'hiver dans les régions les régions tempérées. Mais c'est aussi lorsque lesdites structures 3D (1) sont fixées aux plafonds des balcons d'immeubles que leurs capacités sont exploitées pour capter la lumière diffuse. Les propriétaires d'appartements et les copropriétés appuyés par les municipalités seront des partenaires de ce système urbain de production d'énergie verte ultra-décentralisé aligné sur des organisations de quartier pour stocker de l'hydrogène d'électrolyse

Figure pour l'abrégié : Fig. 1

FR 3 102 300 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Structure de capture des rayons lumineux diffus et directs pour panneaux solaires photovoltaïques**

[0001] CONTEXTE DE L'INVENTION

[0002] La part d'électricité produite par les modules solaires photovoltaïques ne cesse de croître, de par son attractivité en matière de bilan carbone et de prix de revient du Kwh.

[0003] LA LUMIERE REFLECHIE EN MATIERE DE PRODUCTION PHOTO-VOLTAIQUE

[0004] Les modules solaires photovoltaïques exploitent tantôt une lumière directe, tantôt une lumière réfléchi.

[0005] La lumière réfléchi, également qualifiée de diffuse, est plus difficile à exploiter que la lumière directe, et peut être due aux nuages ou à la pollution.

[0006] On la subit surtout l'hiver dans les régions les régions tempérées, là et où le ciel est plus souvent couvert que dégagé.

[0007] Corrélativement, à l'heure actuelle, en 2019 en Chine, 13% de la production photovoltaïque est perdue, si l'on considère qu'elle est pénalisée par un voile de pollution dans l'atmosphère.

[0008] IL EXISTE PLUSIEURS TYPES DE MODULES SOLAIRES PHOTO-VOLTAÏQUES.

[0009] Il y a les modules solaires photovoltaïques à base de silicium comme les modules solaires monocristallins, les modules solaires polycristallins, les modules solaires amorphes, et les modules solaires à hétérojonction.

[0010] Les modules solaires en silicium amorphe sont améliorables par des nanotubes et sont souvent les mieux adaptés à une faible lumière, à partir de 10 000 lux ou même moins.

[0011] D'autres modules photovoltaïques à tellure de cadmium (CdTe) ou à sélénure de cuivre indium gallium (CGIS) à couche mince fonctionnent correctement en cas d'irradiation indirecte, mais n'ont pas les autres qualités que possède le silicium, à savoir l'abondance et la recyclabilité.

[0012] D'autres technologies voient le jour dont une des plus prometteuses semble être les cellules organiques pour les faibles éclaircements. A leur sujet, une publication étudie une production d'électricité à base d'un éclaircissement de seulement 1000 lux. (Cf. Yong Cui, Huifeng Yao, Tao Zhang, Ling Hong, Bowei Gao, Kaihu Xian, Jinzhao Qin, Jianhui Hou. 1 cm<sup>2</sup> Organic Photovoltaic Cells for Indoor Application with over 20% Efficiency. Advanced Materials, First published: 06 September 2019).

[0013] Une autre technologie sera celle à pérovskite, et même à hétérojonction avec du

silicium et de la pérovskite.

[0014] LES NIVEAUX D'ECLAIREMENT ONT LES CORRESPONDANCES SUIVANTES:

[0015] 120 000 lux Soleil direct

[0016] 20 000 lux Ciel bleu à midi

[0017] 10 000 - 25 000 lux Ciel nuageux à midi

[0018] 400 lux Lever ou coucher du soleil, par temps clair

[0019] <200 lux Ciel très nuageux

[0020] 40 lux Entièrement couvert

[0021] L'invention s'attache entre autres à permettre aux modules solaires photovoltaïques à de mieux exploiter la lumière réfléchiée dans les régions tempérées, là où le niveau d'éclairage est souvent d'un niveau de 10 000 à 50 000 lux.

[0022] LA PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE EN MILIEU URBAIN

[0023] En matière de production photovoltaïque, deux alternatives coexistent :

[0024] la production éloignée, son stockage et son transport vers les lieux de consommation, ou bien sa production et son stockage près des lieux de consommation.

[0025] Pour illustrer la première alternative, on peut citer l'exemple d'une grande société allemande spécialisée dans les électrolyseurs qui va exploiter des champs de panneaux solaires photovoltaïques en Australie où la lumière est directe, puis stocker leur énergie sous forme d'hydrogène, et transporter cet hydrogène vers les centres de consommation en Chine et dans les autres pays du Sud-Est asiatique, tels que Japon, Corée, Singapour.

[0026] Cette option se justifie tout à fait, mais elle n'est pas la seule. On peut aussi s'intéresser aux régions moins ensoleillées, avec un ciel souvent couvert mais proches des centres de consommation. La même grande société allemande spécialisée dans les électrolyseurs s'est engagée en Chine avec une grande société chinoise spécialisée dans l'énergie sur des programmes d'électrolyse de l'eau proches des lieux de consommations.

[0027] On peut même aller plus avant dans cette stratégie et produire l'électricité nécessaire à cette électrolyse au cœur des cités, même dans l'hypothèse où elles ne sont pas situées dans des régions ensoleillées. La production dans la ville même présente un avantage de plus en plus recherché dans les réseaux intelligents de distribution d'électricité.

[0028] Dans un contexte où l'urbanisation gagne la planète entière, récemment, en 2019, l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE) a organisé une conférence sur le thème «Le photovoltaïque en milieu urbain» avec ses problématiques actuelles et futures.

[0029] Parmi les participants étaient présents des représentants de différents ministères

français et allemands, de nombreuses municipalités, communautés de communes, ainsi que des entreprises françaises et allemandes issues de l'ensemble de la filière photovoltaïque.

[0030] Les questions suivantes étaient au cœur des discussions:

[0031] Où et comment encourager le développement de projets photovoltaïques en milieux urbains et périurbains ? Quel recours à l'autoconsommation ?

[0032] Quels défis et obstacles d'ordre technique, urbanistique mais aussi architectural émergent et comment les surmonter ?

[0033] Comment est organisé le cadre juridique relatif au développement du photovoltaïque en milieu urbain en France et en Allemagne ?

[0034] Mais les difficultés sont nombreuses, ainsi que le décrivent les deux publications ci-après.

[0035] Cf. Antonio Barragán-Escandón , Esteban Zalamea-León, Julio Terrados-Cepeda . Incidence of Photovoltaics in Cities Based on Indicators of Occupancy and Urban Sustainability. *Energies* 2019, 12, 810; doi:10.3390/en12050810

[0036] Cf. Wayne Hunter, Gideon Sagoe, Daniele Vettorato, Ding Jiayu. Sustainability of Low Carbon City Initiatives in China : A Comprehensive Literature Review. *Sustainability* 2019, 11, 4342

[0037] LE STOCKAGE DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE PHOTOVOLTAÏQUE

[0038] La production d'électricité photovoltaïque pose aussi le problème des technologies de stockage.

[0039] Une solution parmi de nombreuses autres de stockage de l'énergie électrique photovoltaïque est l'hydrogène, obtenu par électrolyse de l'eau.

[0040] Une autre solution de stockage est le méthanol d'électrolyse, obtenu à partir d'eau et de CO<sub>2</sub>.

[0041] Une troisième solution est représentée par les batteries.

[0042] UN MODELE POSSIBLE D'ORGANISATION INDIVIDUELLE ET COLLECTIVE POUR L'INVENTION

[0043] Toutes les solutions de stockage peuvent s'organiser localement au niveau collectif, quartier par quartier, dans la cité.

[0044] L'invention pourrait apporter sa pleine mesure en envisageant essentiellement une production individuelle d'électricité photovoltaïque et par contre un stockage collectif.

[0045] L'ECOLOGIE DES PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES A BASE DE SILICIUM

[0046] Les modules solaires photovoltaïques à base de silicium ne posent pas de problème de recyclabilité.

[0047] En revanche, si l'on envisage une production décuplée des panneaux photovoltaïques, il commencera à se poser le problème écologique de la source

d'approvisionnement en verre, qui est le matériau de protection des panneaux. Le verre est un matériau qui s'obtient, comme le béton, à partir de sables côtiers et fluviaux, ce qui est néfaste pour les écosystèmes et la biodiversité de ces zones. Il faut alléger la pression en sable côtier et fluvial en adoptant les solutions apportées par les propositions de l'Imperial College à Londres qui, avec la technologie dénommée « Finite », donne les clés pour utiliser les sables des déserts dans la production de béton.

[0048] L'idée est qu'avec cette substitution éloignant les sables côtiers et fluviaux de la production de béton, et en augmentant encore le recyclage du verre, il y ait des disponibilités suffisantes pour ce dernier.

[0049] OBJET

[0050] L'invention décrit une structure destinée à recevoir des panneaux solaires photovoltaïques, non seulement pour apporter des performances optimisées l'hiver dans les régions les régions tempérées, là et où le ciel est plus souvent couvert que dégagé, ou dans les régions où le ciel est voilé par la pollution, mais aussi pour être mesure de produire de façon optimale de l'électricité aux plafonds des terrasses et balcons d'immeubles où la lumière diffuse domine, et même si ces immeubles ne sont pas situées dans des régions ensoleillés.

[0051] En raison des avantages d'une production de méthanol ou d'hydrogène ultra-décentralisée, les propriétaires d'appartements et les copropriétés dans ces immeubles seront des partenaires de la production et de la distribution d'énergie, appuyés par les municipalités, et confortés par des architectes et des urbanistes à l'étude des évolutions qui seraient souhaitables pour mieux gérer l'urbanisation et la nécessaire transition énergétique du 21<sup>ème</sup> siècle.

[0052] La demande en panneaux solaires photovoltaïques est foudroyante. Le silicium est abondant, mais lesdits modules et panneaux solaires photovoltaïques sont habituellement protégés par une couche de verre pour lequel l'on puise du sable dans des zones côtières et fluviales qui recèlent des écosystèmes fragiles.

[0053] Les panneaux solaires photovoltaïques de l'invention peuvent être à l'abri, ce qui autorise l'utilisation d'une couche de polyméthylméthacrylate à la place du verre, dont la demande mondiale ne subit pas une pression supplémentaire.

[0054] Le polyméthylméthacrylate (PMMA) est un thermoplastique hautement recyclable

[0055] DETAIL DE L'INVENTION

[0056] Selon l'invention,

[0057] une structure 3D (1) comporte au moins deux sous-structures (3) et (2) de capture des rayons lumineux directs et diffus pour modules solaires photovoltaïques, à savoir

[0058] **l'une, ici dénommée sous-structure (3)**, en arrière plan, et plane, constituée d'un cadre (16) supportant un damier (161), lequel damier (161) est

- [0059] pourvu d'une part de petits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14)  
[0060] capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus,  
[0061] et  
[0062] pourvu d'autre part de miroirs (15) renvoyant des rayons lumineux vers  
l'avant-scène,  
[0063] lesdits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14) et lesdits miroirs (15)  
[0064] étant à pourtour rectangulaire, plus ou moins plats ou incurvés ou bosselés,  
[0065] et plus ou moins concaves ou convexes,  
[0066] et  
[0067] **l'autre, ici dénommée sous-structure (2)**, en premier plan,  
[0068] faisant partiellement ombrage à ladite sous structure (3), mono-ou-multibloc,  
[0069] tout bloc étant de forme parallélépipédique ou ballonnée ou gondolée,  
[0070] à surface photovoltaïque continue et pleine, plus ou moins plate ou bosselée  
[0071] ou à surface photovoltaïque en damiers avec cases photovoltaïques pleines plus ou  
moins plates ou bosselées, et avec cases vides,  
[0072] ladite sous-structure (2) étant exposée pour un part frontale à la lumière directe et  
pour une autre part non-frontale à la lumière réfléchie (diffuse).  
[0073] Lesdites deux sous-structures (3) et (2) sont séparées par des écarteurs réfléchissants  
(13).  
[0074] Lesdits miroirs (15) de ladite sous-structure (3) d'arrière-plan renvoient des rayons  
lumineux sur la face cachée non-frontale de ladite sous-structure (2) de premier plan.  
[0075] On peut qualifier de « surface utile » toute surface photovoltaïque.  
[0076] En calibrant de manière appropriée la surface utile de ladite sous-structure (2) de  
premier plan, la surface utile de ladite structure 3D (1) peut être supérieure à la surface  
utile d'un panneau solaire photovoltaïque plan et de même surface que ladite sous-  
structure (3) d'arrière plan, et produire plus d'électricité lorsque la lumière comporte  
plus de rayons diffus que de rayons directs, par exemple par temps nuageux en hiver  
dans les régions tempérées ou encore à l'ombre d'une construction ou encore par  
temps voilé.  
[0077] Selon une version l'invention,  
[0078] la face frontale exposée à la lumière directe de ladite sous-structure (2) à surface pho-  
tovoltaïque continue ou en damiers est pourvue de surfaces photovoltaïques à base de  
silicium monocristallin.  
[0079] Selon une version l'invention,  
[0080] la face cachée non-frontale de ladite sous-structure (2) à surface photovoltaïque  
continue ou en damiers est pourvue de surfaces photovoltaïques à couche mince.  
[0081] Selon une version l'invention,  
[0082] lesdits modules solaires (14) de ladite sous-structure (3) sont pourvus de surfaces

photovoltaïques à couche mince.

[0083] Selon une version l'invention,

[0084] ladite sous-structure (2) de premier plan est un assemblage de parallélépipèdes ou de volumes plus ou moins ballonnés ou gondolés, et est constitué d'un cadre (9) supportant un damier (99) de cases vides (21) et de petits panneaux solaires bi-faces (7) faisant partiellement ombrage à ladite sous-structure (3).

[0085] Ces panneaux solaires bi-faces (7) sont pourvus sur leur face recto de modules solaires (71) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et sont pourvus sur leur face verso de modules solaires (72) capables d'exploiter les rayons lumineux diffus.

[0086] La surface desdits modules solaires (71) est plate ou non.

[0087] La surface desdits modules solaires (72) est plate ou non.

[0088] Lesdits damiers (99) et (161) sont décalés pour être complémentaires

[0089] à la fois dans la capture de la lumière directe et dans la capture de la lumière diffuse.

[0090] Selon une version l'invention,

[0091] lesdits modules solaires (71) sont faits de silicium monocristallin,

[0092] tandis que lesdits modules solaires (72) et lesdits petits panneaux solaires mono-face (14) sont basés sur des technologies à couches minces.

[0093] Selon une version l'invention,

[0094] ledit cadre (9) de premier plan est de dimensions inférieures audit cadre (16) d'arrière-plan, lequel cadre (16) reçoit plus de lumière directe que lorsque ledit cadre (9) et ledit cadre (16) sont de même dimension, et renvoie donc plus de lumière réfléchi vers lesdits modules solaires photovoltaïques (72).

[0095] Selon une version l'invention,

[0096] lesdites structures 3D (1) sont plaquées ou scellées aux plafonds (4) des balcons d'immeubles résidentiels, ou aux plafonds de hangars ou de tout type d'abri.

[0097] Dans cette configuration, lesdites structures 3D (1) ne reçoivent pas de lumière directe, reçoivent à toute heure des rayons réfléchis, et exploitent toutes leurs surfaces utiles en permanence.

[0098] A surface de plafond égale, cette configuration apporte une production d'électricité photovoltaïque supérieure à celle des solutions classiques de panneaux photovoltaïques à une seule surface.

[0099] Selon une version l'invention,

[0100] lesdits modules et panneaux solaires photovoltaïques (71), (72) et 14 sont protégés par une couche de polyméthylméthacrylate au lieu d'être protégés par du verre, ce qui évite d'accroître la demande mondiale sur le verre pour lequel l'on puise dans des zones côtières et fluviales qui recèlent des écosystèmes fragiles Le polyméthylméthacrylate est un thermoplastique hautement recyclable.

## FIGURES

- [0101] La Figure 1A montre ladite sous-structure (2) destinée à occuper le premier plan et à faire partiellement ombrage à ladite sous-structure (3).
- [0102] Ladite sous-structure (2) est ici bi-bloc, chaque bloc étant de forme ballonnée et à surface photovoltaïque continue.
- [0103] Ladite sous-structure (2) est exposée pour un part frontale (710) à la lumière directe et pour une autre part non frontale (720) à la lumière réfléchie
- [0104] La Figure 1B montre ladite sous-structure (3) destinée à occuper l'arrière plan. Elle est plane, et constituée d'un cadre (16) supportant un damier (161) pourvu d'une part de petits modules solaires photovoltaïques mono-face (14) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et pourvu d'autre part de miroirs (15) renvoyant des rayons lumineux vers l'avant-scène,
- [0105] Lesdits modules solaires photovoltaïques mono-face (14) et lesdits miroirs (15) étant à pourtour rectangulaire, plus ou moins plats ou bosselés et plus ou moins concaves ou convexes.
- [0106] La Figure 1C montre ladite structure 3D (1) avec ladite sous-structure (2) au premier plan et faisant partiellement ombrage à ladite sous-structure (3) en arrière plan.
- [0107] Les deux sous-structures (1) et (3) sont distancées par des écarteurs réfléchissants (13).
- [0108] On peut qualifier de « surface utile » toute surface photovoltaïque.
- [0109] En calibrant de manière appropriée la surface utile de ladite sous-structure (2) de premier plan, la surface utile de ladite structure 3D (1) peut être supérieure à la surface utile d'un panneau solaire photovoltaïque plan et de même surface que ladite sous-structure (3) d'arrière plan, et produire plus d'électricité lorsque la lumière comporte plus de rayons diffus que de rayons directs, par exemple par temps nuageux en hiver dans les régions tempérées ou encore à l'ombre ou encore par temps voilé.
- [0110] La [fig.2] montre ladite structure 3D (1) montée sur un châssis (44).
- [0111] Ladite sous-structure (3) d'arrière plan est plane, constituée d'un cadre (16) supportant un damier (161), lequel damier (161) est
- [0112] pourvu d'une part de petits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14)
- [0113] capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus,
- [0114] et
- [0115] pourvu d'autre part de miroirs (15) renvoyant des rayons lumineux vers lesdits modules solaires photovoltaïques (72) de ladite sous-structure (2) de premier plan.
- [0116] Lesdits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14) et lesdits miroirs (15)
- [0117] sont à pourtour rectangulaire, et plats.
- [0118] Ladite sous-structure (2) de premier plan fait partiellement ombrage à ladite sous

structure (3) d'arrière plan.

- [0119] Elle est constituée d'un cadre (99) supportant un damier (99) avec cases photovoltaïques pleines et ballonnées, et avec cases vides (71),
- [0120] ladite sous-structure (2) étant exposée pour un part frontale à la lumière directe
- [0121] et pour une autre part non-frontale à la lumière réfléchie (diffuse).
- [0122] Lesdites cases photovoltaïques pleines et ballonnées dudit damier (99) sont des panneaux solaires bi-faces (7) sont pourvus sur leur face frontale (recto) de modules solaires (71) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et sont pourvus sur leur face cachée et non frontale (verso) de modules solaires (72) capables d'exploiter les rayons lumineux diffus.
- [0123] Lesdites deux sous-structures (3) et (2) sont séparées par des écarteurs réfléchissants (13).
- [0124] La Figure 3A montre ladite sous-structure (2) en un assemblage de parallélépipèdes et qui est constituée d'un damier (99) de cases vides (21) et de petits panneaux solaires bi-faces (7) faisant partiellement ombrage à ladite surface (3).
- [0125] Ces panneaux solaires bi-faces (7) sont pourvus sur leur face recto de modules solaires (71) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et sont pourvus sur leur face verso de modules solaires (72) capables d'exploiter les rayons lumineux diffus.
- [0126] La Figure 3B montre ladite sous-structure (3) destinée à occuper l'arrière plan.
- [0127] Elle est plane, et constituée d'un cadre (16) supportant un damier (161) pourvu d'une part de petits panneaux solaires mono-face (14) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et pourvu d'autre part de miroirs (15) renvoyant des rayons lumineux vers lesdits modules solaires photovoltaïques (72) de ladite sous-structure (2) de premier plan.
- [0128] Lesdits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14) et lesdits miroirs (15)
- [0129] sont à pourtour rectangulaire, plus ou moins plats ou bosselés, et plus ou moins concaves ou convexes.
- [0130] La Figure 3C montre ladite sous-structure (2) au premier plan en voie de se positionner devant ladite sous-structure (3) en arrière plan.
- [0131] La Figure 3D montre ladite structure 3D (1) avec ladite sous-structure (2) au premier plan et faisant partiellement ombrage à ladite sous-structure (3) en arrière plan.
- [0132] La Figure 3D montre que ledit damier (99) et ledit damier (161) sont décalés de telle façon que lesdits panneaux solaires photovoltaïques (7) ne sont pas des obstacles à la lumière pour lesdits modules photovoltaïques solaires (14), au moins à midi.
- [0133] Les jours où le ciel est dégagé, ladite structure 3D (1) reçoit de la lumière directe
- [0134] sur les modules solaires (71), de la lumière directe et de la lumière réfléchie sur lesdits panneaux solaires mono-faces (14), et aussi de la lumière réfléchie sur lesdits

modules solaires (72), laquelle lumière réfléchié provient tout particulièrement desdits miroirs (15) .

- [0135] De la façon dont ledit damier (99) et ledit damier (161) sont décalés, les rayons lumineux peinent à atteindre lesdits miroirs (15) lorsqu'il est midi, et par conséquent reçoivent moins de lumière réfléchié par lesdits miroirs (15) qu'en matinée ou l'après midi. A midi donc, ladite structure (1) exploite les rayons lumineux surtout sur les faces frontales desdites sous-structures (2) et (3), et reçoit essentiellement de la lumière directe, moitié pour les modules solaires (71) et moitié pour lesdits panneaux solaires mono-faces (14).
- [0136] En matinée ou l'après midi, ledit cadre (9) fait moins obstacle à la sous-structure (3), le rôle desdits miroirs rectangulaires (15) dudit cadre (16) est plus important qu'à midi, et ladite structure 3D (1) exploite les rayons lumineux sur les deux surfaces utiles de ladite sous-structure (2) et sur l'unique surface utile de ladite sous-structure (3).
- [0137] Les Figures 4A, 4B, 4C et 4D sont analogues aux Figures 3A, 3B, 3C et 3D,  
 [0138] à la différence que ledit cadre (9) est de dimensions inférieures audit cadre (16),  
 [0139] lequel cadre (16) reçoit plus de lumière directe que lorsque ledit cadre (9) et ledit cadre (16) sont de même dimension, et renvoie donc plus de lumière réfléchié vers lesdits modules solaires (72).
- [0140] La Figure 5A représente en vue de dessus une structure (1) sur chassis (44).  
 [0141] La Figure 5B représente en vue de dessus une structure (1) sur chassis (44),  
 [0142] à la différence que ledit cadre (9) est de dimensions inférieures audit cadre (16),  
 [0143] lequel cadre (16) reçoit plus de lumière.
- [0144] La [fig.6] représente en vue de face lesdites structures (1) fixées aux plafonds (4) des balcons d'un immeuble, là où elles se montrent capables de capturer la lumière réfléchié.
- [0145] Dans cette configuration, lesdites structures 3D (1) reçoivent à toute heure des rayons réfléchis et exploitent toutes leurs surfaces photovoltaïques utiles, qu'elles appartiennent à ladite sous-structure (2) ou à ladite sous-structure (3).
- [0146] A surface de plafond égale, cette configuration apporte plus de surface de réception des rayons lumineux que les solutions classiques de panneaux photovoltaïques à une seule surface.
- [0147] La [fig.7] représente un vue analogue à celle de la [fig.6], à la différence que ladite sous-structure (2) porte des modules photovoltaïques à surface bombée plutôt qu'aplatie.
- [0148] La [fig.8] représente en vue de dessous lesdites structures (1) mises en place aux plafonds (4) des balcons d'un immeuble, là où elles se montrent capables de capturer la lumière réfléchié.
- [0149] Dans cette configuration, lesdites structures 3D (1) reçoivent à toute heure des rayons

réfléchis et exploitent toutes leurs surfaces photovoltaïques utiles, qu'elles appartiennent à ladite sous-structure (2) ou à ladite sous-structure (3).

[0150] A surface de plafond égale, cette configuration apporte plus de surface de réception des rayons lumineux que les solutions classiques de panneaux photovoltaïques à une seule surface.

## Revendications

[Revendication 1]

Structure 3D à plusieurs sous-structures de capture des rayons lumineux directs et diffus pour modules solaires photovoltaïques, caractérisée en ce qu'une structure 3D (1) comporte au moins deux sous-structures (3) et (2) de capture des rayons lumineux directs et diffus pour modules solaires photovoltaïques, à savoir

**l'une, ici dénommée sous-structure (3)**, en arrière plan, et plane, constituée d'un cadre (16) supportant un damier (161), lequel damier (161)

est pourvu d'une part de petits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et pourvu d'autre part de miroirs (15) renvoyant des rayons lumineux vers l'avant-scène,

lesdits panneaux solaires photovoltaïques mono-face (14) et lesdits miroirs (15) étant à pourtour rectangulaire, plus ou moins plats ou bosselés et plus ou moins concaves ou convexes, et

**l'autre ici dénommée sous-structure (2)**, en premier plan, faisant partiellement ombrage à ladite sous structure (3), mono-ou-multibloc,

tout bloc étant de forme parallélépipédique ou ballonée ou gondolée, à surface photovoltaïque continue pleine, plus ou moins plate ou bosselée ou à surface photovoltaïque en damier avec cases photovoltaïques pleines, plus ou moins plates ou bosselées et avec cases vides,

ladite sous-structure (2) étant exposée pour un part frontale à la lumière directe et pour une autre part non-frontale à la lumière réfléchie (diffuse).

Lesdites deux sous-structures (3) et (2) sont séparées par des écarteurs réfléchissants (13).

Lesdits miroirs (15) de ladite sous-structure (3) renvoient des rayons lumineux sur la face cachée non-frontale de ladite sous-structure (2).

On peut qualifier de « surface utile » toute surface photovoltaïque. En calibrant de manière appropriée la surface utile de ladite sous-structure (2), la surface utile de ladite structure 3D (1) peut être supérieure à la surface utile d'un panneau solaire photovoltaïque plan et de même surface que ladite sous-structure (3), et produire plus d'électricité lorsque la lumière comporte plus de rayons diffus que de rayons directs,

par exemple par temps nuageux en hiver dans les régions tempérées ou encore à l'ombre ou encore par temps voilé.

[Revendication 2] Structure 3D à plusieurs sous-structures de capture des rayons lumineux directs et diffus selon la revendication 1, caractérisée en ce que la face exposée à la lumière directe de ladite sous-structure (2) à surface photovoltaïque continue ou en damiers est pourvue de surfaces photovoltaïques à base de silicium monocristallin.

[Revendication 3] Structure 3D à plusieurs sous-structures de capture des rayons lumineux directs et diffus selon la revendication 1, caractérisée en ce que la face cachée de ladite sous-structure (2) à surface photovoltaïque continue ou en damiers est pourvue de surfaces photovoltaïques à couche mince.

[Revendication 4] Structure 3D à plusieurs sous-structures de capture des rayons lumineux directs et diffus selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits modules solaires (14) de ladite sous-structure (3) sont pourvus de surfaces photovoltaïques à couche mince.

[Revendication 5] Structure 3D à plusieurs sous-structures de capture des rayons lumineux directs et diffus selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite sous-structure (2) est un assemblage de parallélépipèdes ou de volumes plus ou moins ballonnés ou gondolés, et est constituée d'un cadre (9) supportant un damier (99) de cases vides (21) et de petits panneaux solaires bi-faces (7) faisant partiellement ombrage à ladite surface (3).

Ces panneaux solaires bi-faces (7) sont pourvus sur leur face recto de modules solaires (71) capables d'exploiter les rayons lumineux directs et diffus, et sont pourvus sur leur face verso de modules solaires (72) capables d'exploiter les rayons lumineux diffus.

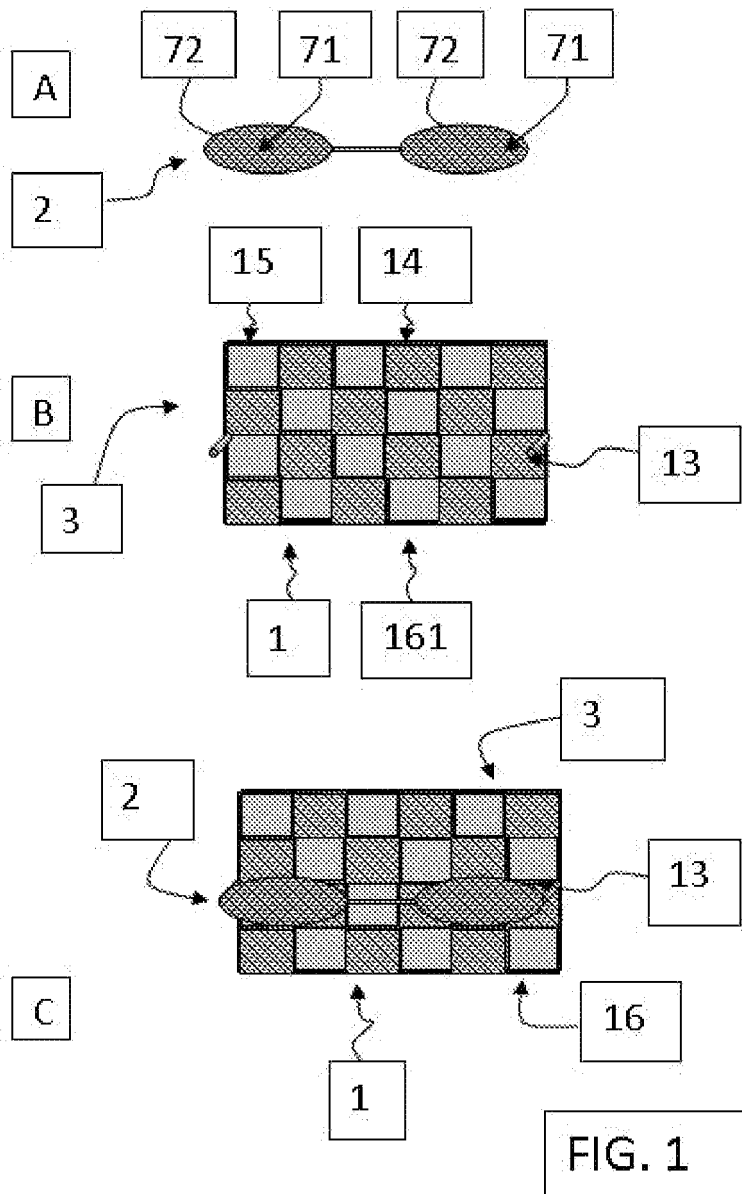
La surface desdits modules solaires (71) et desdits modules solaires (72) est plate ou non.

Lesdits damiers (99) et (161) sont décalés pour être complémentaires à la fois dans la capture de la lumière directe et dans la capture de la lumière diffuse.

[Revendication 6] Structure 3D à plusieurs surfaces de capture des rayons lumineux directs et diffus, selon la revendication 5, caractérisée en ce que lesdits modules solaires (71) sont faits de silicium monocristallin, tandis que lesdits modules solaires (72) et lesdits petits panneaux solaires mono-face (14) sont basés sur des technologies à couches minces.

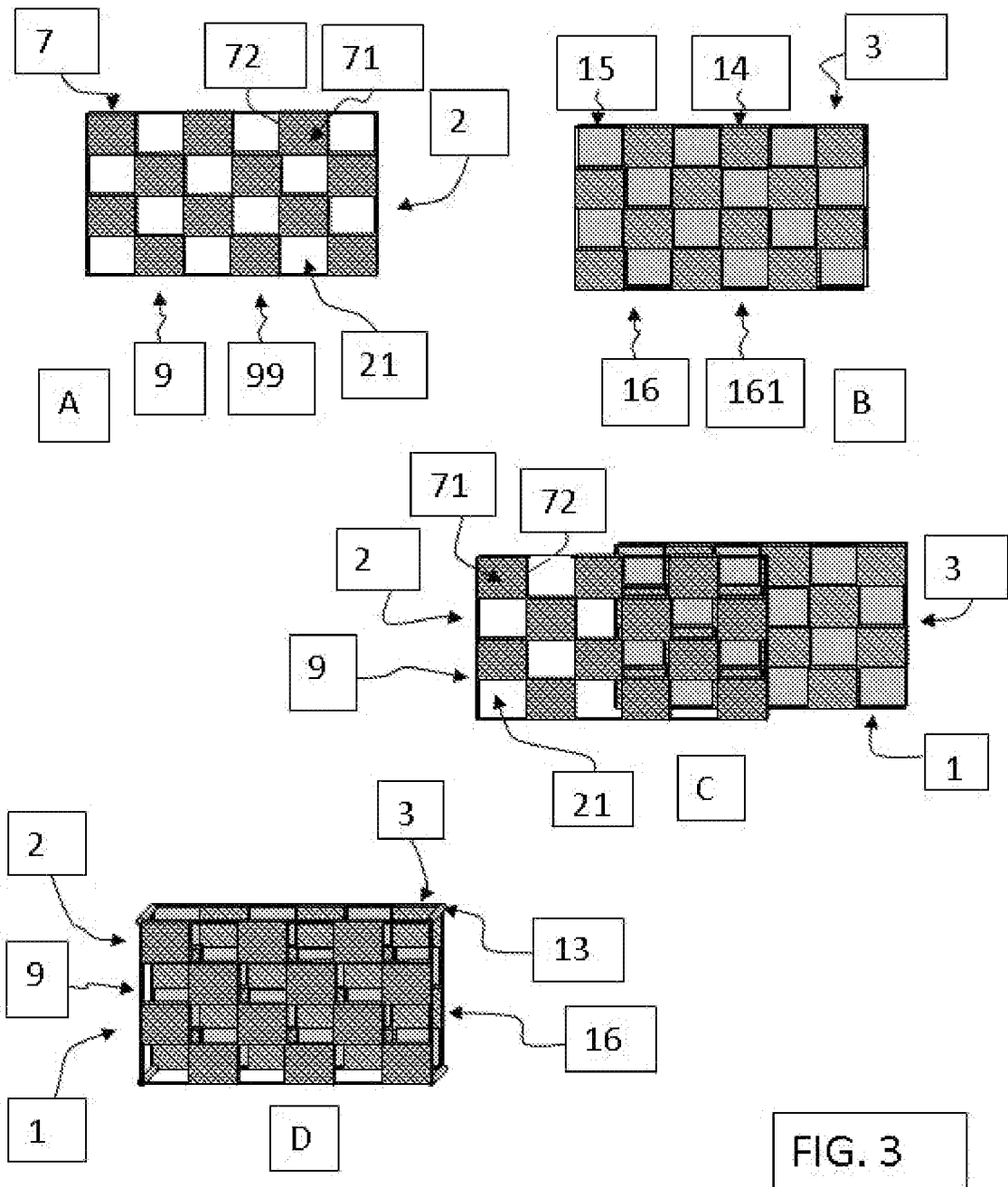
- [Revendication 7] Structure 3D à plusieurs surfaces de capture des rayons lumineux directs et diffus, selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit cadre (9) de premier plan est de dimensions inférieures audit cadre (16) d'arrière-plan, lequel cadre (16) reçoit plus de lumière directe que lorsque ledit cadre (9) et ledit cadre (16) sont de même dimension, et renvoie donc plus de lumière réfléchie vers lesdits modules solaires (72).
- [Revendication 8] Structure 3D à plusieurs surfaces de capture des rayons lumineux directs et diffus, selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdites structure 3D (1) sont plaquées ou scellées aux plafonds (4) des balcons d'immeubles résidentiels, ou aux plafonds de hangars ou de tout type d'abri. Dans cette configuration, lesdites structures 3D (1) reçoivent à toute heure des rayons réfléchis et exploitent toutes leurs surfaces photovoltaïques utiles, qu'elles appartiennent à ladite sous-structure (2) ou à ladite sous-structure (3). A surface de plafond égale, cette configuration apporte une production d'électricité photovoltaïque supérieure à celle des solutions classiques de panneaux photovoltaïques à une seule surface.
- [Revendication 9] Structure 3D à plusieurs surfaces de capture des rayons lumineux directs et diffus, selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits modules et panneaux solaires photovoltaïques (71), (72) et 14 sont protégés par une couche de polyméthylméthacrylate au lieu d'être protégés par du verre, ce qui évite d'accroître la demande mondiale sur le verre pour lequel l'on puise dans des zones côtières et fluviales qui recèlent des écosystèmes fragiles. Le polyméthylméthacrylate est un thermoplastique hautement recyclable.

[Fig. 1]

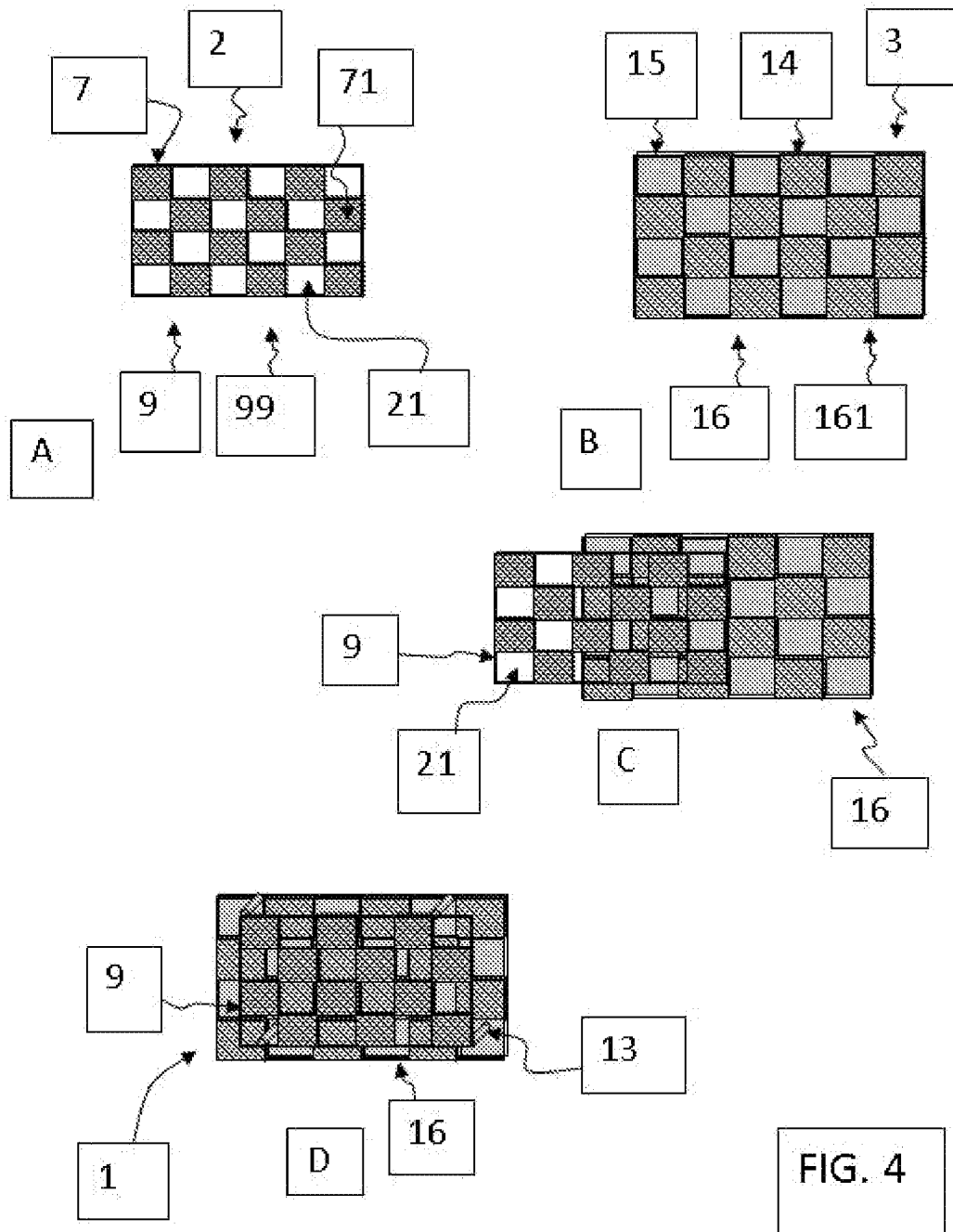




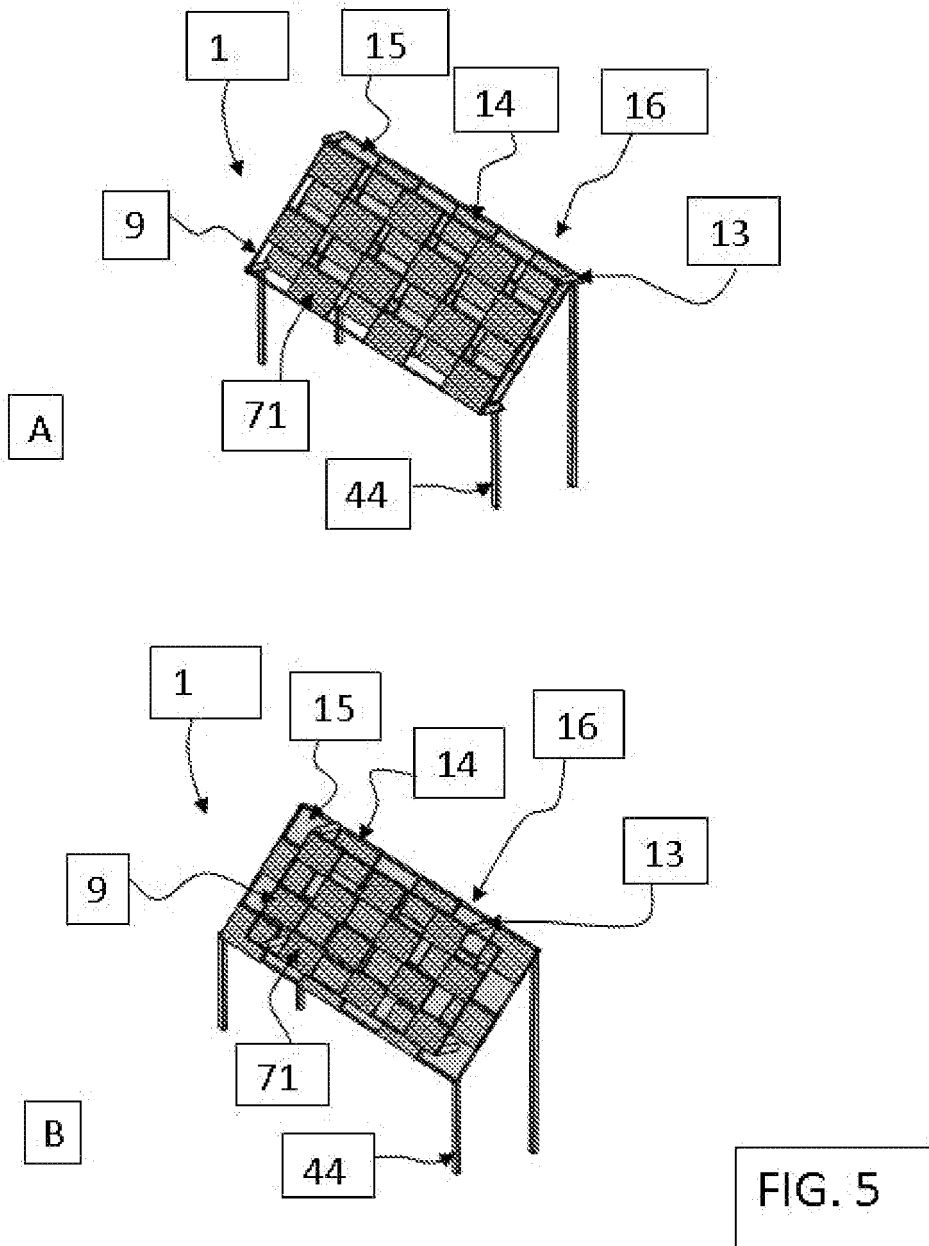
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

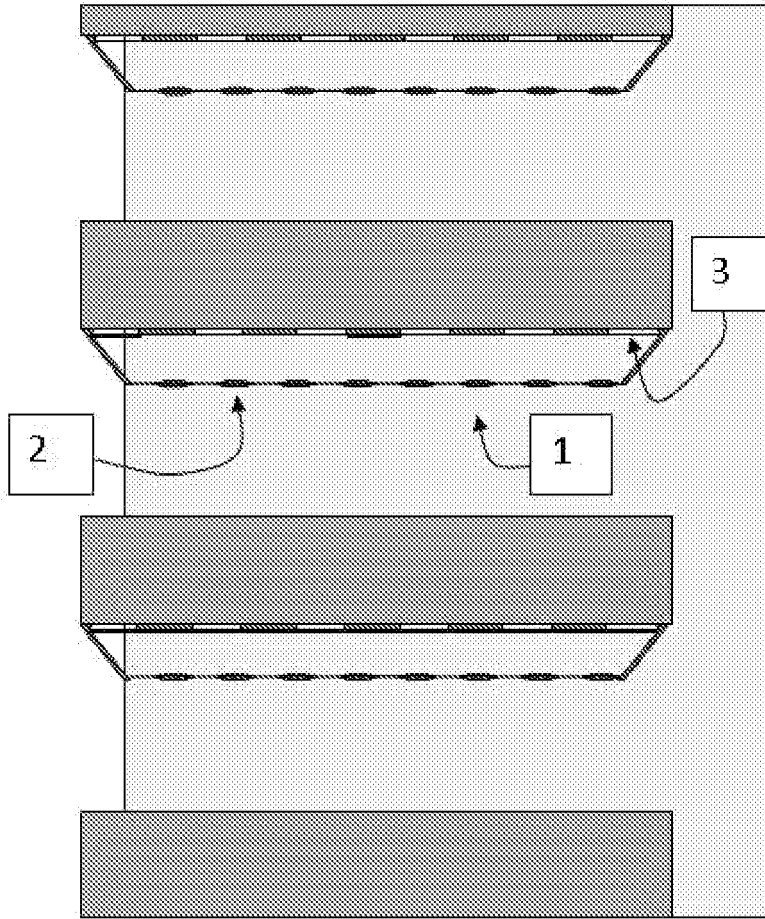


FIG. 6

[Fig. 7]

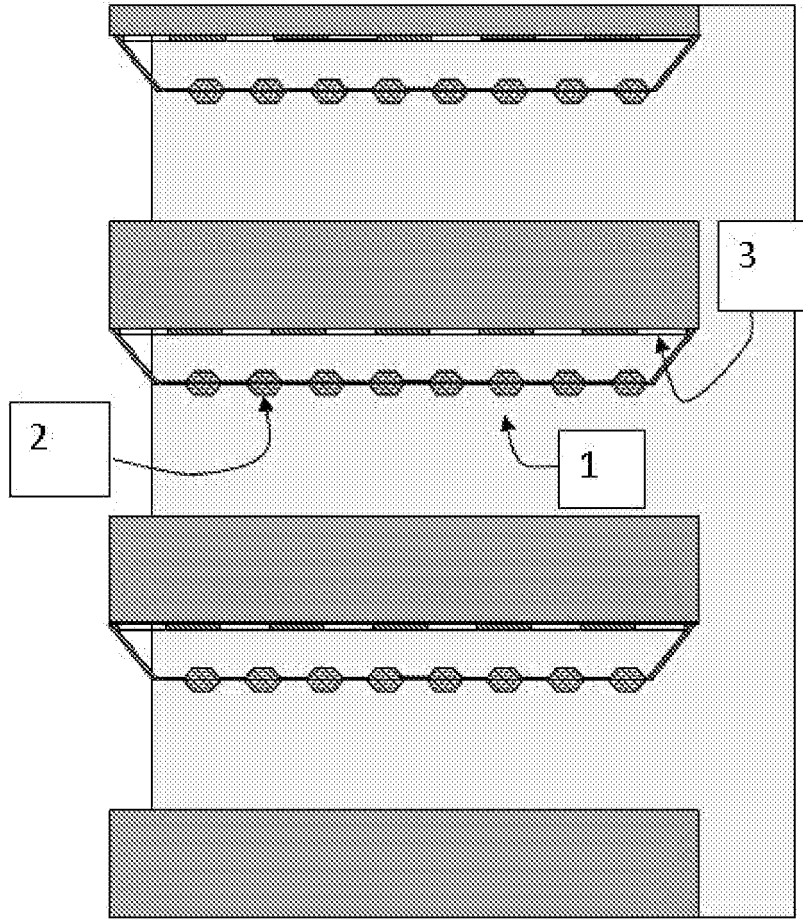
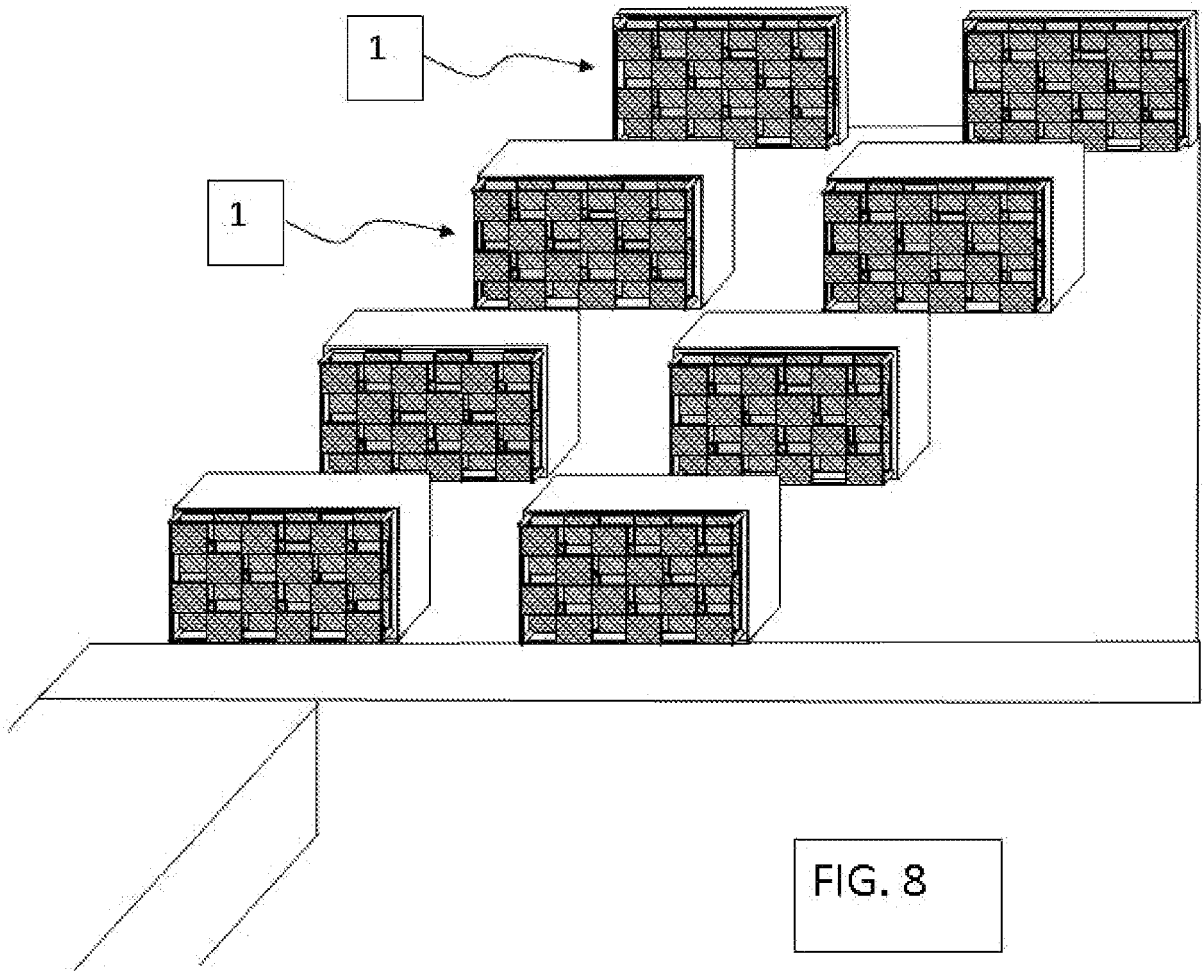


FIG. 7

[Fig. 8]





**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1911653 FA 884563**

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 **23-02-2021**  
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
EP 3370264	A1	05-09-2018	AU 2018227889 A1	12-09-2019
			CA 3053858 A1	07-09-2018
			CN 110476257 A	19-11-2019
			DK 3370264 T3	04-11-2019
			EP 3370264 A1	05-09-2018
			ES 2753954 T3	15-04-2020
			HR P20191993 T1	07-02-2020
			HU E046361 T2	30-03-2020
			JP 2020509729 A	26-03-2020
			PL 3370264 T3	31-03-2020
			PT 3370264 T	12-11-2019
			US 2019393372 A1	26-12-2019
			WO 2018158036 A1	07-09-2018
			-----	
US 2011030762	A1	10-02-2011	AUCUN	
-----				
US 2003047207	A1	13-03-2003	US 2003047207 A1	13-03-2003
			US 2004084077 A1	06-05-2004
			WO 03023867 A1	20-03-2003
-----				
US 2015326175	A1	12-11-2015	US 2015326175 A1	12-11-2015
			US 2015326176 A1	12-11-2015
			WO 2015172054 A1	12-11-2015
-----				
FR 3079693	A1	04-10-2019	AUCUN	
-----				