(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 147 852***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 03721**

(51) Int Cl[8] : ***F 24 F 1/006*** *(2023.01), F 28 F 3/08, F 28 C 3/08*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 13.04.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.10.24 Bulletin 24/42.

(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) :** *CAELI ENERGIE Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Coumes Ganchet Laurent et Lips Stéphane.

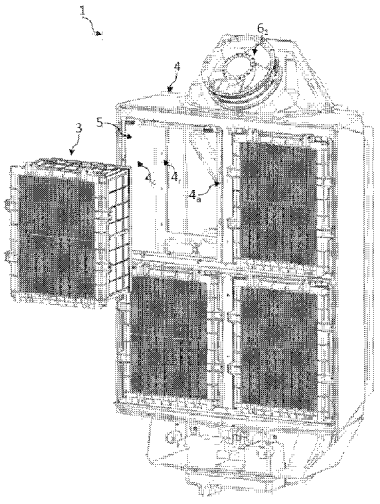
(73) **Titulaire(s) :** CAELI ENERGIE Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** INNOV-GROUP.

(54) Dispositif de climatisation par refroidissement indirect par évaporation.

(57) Dispositif (1) de climatisation à refroidissement indirect par évaporation, comportant

une admission d'air; une pluralité de plaques (10), formant un empilement (2), chaque plaque comportant une face sèche opposée à une face mouillée, la face mouillée de chaque plaque étant configurée pour être mouillée par de l'eau, chaque plaque étant destinée à être refroidie sous l'effet d'une évaporation d'eau, à partir de la face mouillée, chaque plaque s'étendant selon un axe longitudinall'empilement (2) est maintenu dans un module de refroidissement (3), le module de refroidissement est configuré pour être inséré dans une base (4) et retiré de la base.



FR 3 147 852 - A1

Description

Titre de l'invention : Dispositif de climatisation par refroidissement indirect par évaporation

Domaine technique

[0001] Le domaine technique de l'invention est un dispositif de rafraîchissement d'air par refroidissement indirect par évaporation.

ART ANTERIEUR

[0002] Les rafraîchisseurs d'air par refroidissement indirect par évaporation, également désignés par le terme rafraîchisseurs adiabatiques indirects à point de rosée, sont connus depuis plusieurs dizaines d'années.

[0003] Le principe de tels rafraîchisseurs est schématisé sur la [Fig.1]. Il est basé sur l'utilisation d'un évapo-échangeur, au sein duquel l'air entrant (flèche D_1en pointillés sur la [Fig.1]), est rafraîchi, sans humidification, potentiellement jusqu'à son point de rosée. Le rafraîchissement est produit par une circulation de l'air au contact d'une plaque P_1, dite plaque de refroidissement, refroidie par évaporation d'eau. La plaque de refroidissement comporte une face sèche, au contact de laquelle s'écoule l'air à refroidir, et une face mouillée, mouillée par de l'eau, l'eau étant symbolisée par des cercles sur la [Fig.1]. Sur la [Fig.1], la flèche en tirets correspond à l'air à refroidir, la flèche en tirets mixtes représente l'air refroidi ou en cours de refroidissement, la flèche en trait plein correspond à l'air circulant dans le canal humide, et dont l'évaporation entraîne un refroidissement de la plaque. Cette nomenclature est conservée sur la demande.

[0004] Une partie de l'air refroidi, au contact de la face sèche de la plaque de refroidissement, est évacuée, de façon à refroidir une pièce : flèche D_2. Une autre partie de l'air refroidi est réinjectée dans le rafraîchisseur et dirigée de façon à s'écouler au contact de la face mouillée de la plaque de refroidissement : flèche D_3. L'air ainsi réinjecté se réchauffe, en évaporant l'eau présente sur la face mouillée de la plaque de refroidissement : flèche D_4. Il en résulte une baisse de la température de la plaque de refroidissement. L'air ainsi réchauffé, chargé d'humidité, est ensuite évacué à l'extérieur de la pièce.

[0005] Par rapport aux dispositifs de climatisation les plus répandus, un avantage notable de tels rafraîchisseurs est l'absence de fluide frigorigène. Ces dispositifs doivent uniquement être alimentés par de l'eau. Il en résulte un bilan environnemental plus favorable que les climatiseurs usuels, basés sur une compression d'un fluide frigorigène. On sait que les fluides frigorigènes peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'environnement.

[0006] Des exemples de dispositif à refroidissement indirect ont été décrits dans WO2016134417 et dans WO2022184871.

[0007] Un aspect important de ce type de dispositif est la nécessité de maintenir un certain niveau de mouillage, c'est-à-dire une certaine quantité d'eau, le long des faces humides, délimitant le canal humide, au contact desquelles l'air puisse évaporer l'eau. L'évaporation d'eau génère le refroidissement de la plaque.

[0008] Une difficulté est que l'eau, en s'évaporant, peut générer un encrassement du dispositif, par le dépôt de particules, par exemple des sels minéraux. L'accumulation de particules peut conduire à un encrassement du dispositif, gênant le mouillage des plaques.

[0009] Le mouillage prolongé des faces humides, couplé à une température de l'air humide pouvant être élevée, peut être propice au développement bactérien.

[0010] Une autre source d'encrassement est lié aux poussières contenues dans l'air à refroidir. Une possibilité est d'utiliser des filtres, au niveau de l'admission d'air. Mais le recours à de tels filtres nécessite un changement fréquent, de façon à éviter un colmatage.

[0011] Au-delà de l'encrassement, le dispositif peut subir un vieillissement, sous l'effet du contact entre l'eau et certains composants du dispositif, par exemple les plaques, ou sous l'effet d'une exposition au rayonnement UV.

Exposé de l'invention

[0012] Un premier objet de l'invention est un dispositif de climatisation à refroidissement indirect par évaporation, le dispositif étant destiné à insuffler de l'air refroidi dans une pièce, le dispositif comportant :

- une admission d'air, destinée à admettre de l'air à refroidir ;
- une pluralité de plaques, formant un empilement, les plaques étant espacées les unes des autres selon un axe transversal, chaque plaque comportant une face sèche opposée à une face mouillée, la face mouillée de chaque plaque étant configurée pour être mouillée par de l'eau, chaque plaque étant destinée à être refroidie sous l'effet d'une évaporation d'eau, à partir de la face mouillée;

[0013] le dispositif étant tel que, dans l'empilement :

- deux plaques adjacentes délimitent un canal, le canal étant :
  - soit un canal sec, délimité par deux faces sèches de deux plaques adjacentes,
  - soit un canal humide, délimité par deux faces mouillées de deux plaques adjacentes ;
- les plaques sont disposées de façon à former une alternance entre canaux secs

et canaux humides, chaque canal sec étant adjacent d'un canal humide;

- chaque canal sec s'étend, selon un axe longitudinal, entre une entrée chaude, reliée à l'admission d'air, et une sortie froide, la sortie froide étant destinée à une évacuation d'air refroidi suite à l'écoulement de l'air dans le canal sec ;
- chaque canal humide s'étend selon l'axe longitudinal, entre une entrée humide et une sortie humide, la sortie humide étant destinée à une évacuation d'air humidifié suite à l'écoulement dans le canal humide, le canal humide étant configuré de façon à recevoir une partie de l'air débouchant du canal sec ;

[0014] le dispositif étant caractérisé en ce que :

- l'empilement est maintenu dans un module de refroidissement;
- le module de refroidissement est configuré pour être inséré dans une base et retiré de la base, la base définissant un logement dans lequel le module de refroidissement peut être inséré, la base étant agencée pour recevoir l'air à refroidir et/ou évacuer l'air chaud et humide résultant de l'empilement et/ou évacuer l'air refroidi.

[0015] Selon une possibilité :

- la base définit un logement, le logement étant destiné à être occupé par le module de refroidissement ;
- le logement est configuré de façon à permettre une translation du module de refroidissement à l'intérieur du logement, de façon à insérer le module de refroidissement du logement ou retirer le module de refroidissement du logement.

[0016] Selon une possibilité, la base définit différents logements, chaque logement étant configuré pour être occupé par le module de refroidissement.

[0017] Selon une possibilité :

- la base s'étend entre une face avant et une face arrière;
- lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base, la face avant et/ou la face arrière forment une butée pour définir une position du module de refroidissement dans la base.

[0018] De préférence, chaque face mouillée d'un ensemble de faces mouillées de canaux humides est revêtue d'une structure capillaire propice à une diffusion d'eau, par capillarité, le long de ladite face mouillée.

[0019] L'empilement peut être tel que :

- chaque canal humide s'étend entre une entrée humide et plusieurs sorties humides, réparties selon l'axe latéral ;
- des sorties humides de différents canaux humides sont alignées parallèlement à l'axe transversal ;
- l'empilement comporte au moins une paroi d'obturation, s'étendant face à des

sorties humides alignées selon l'axe transversal, la paroi d'obturation délimitant une chambre d'évacuation, configurée pour collecter l'air humide sortant de chaque canal humide.

[0020] La base peut comprendre ou être configurée pour être raccordée à un système de ventilation, agencé pour permettre une entrée de l'air à refroidir dans les canaux secs et/ou une extraction de l'air résultant des canaux humides et/ou de l'air refroidi résultant des canaux secs.

[0021] Le module de refroidissement peut comporter au moins une paroi d'appui, la paroi d'appui étant configurée pour s'appuyer sur un joint lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base, le joint étant disposé entre la paroi d'appui et la base.

[0022] Selon une possibilité

- la base comporte une face avant et une face arrière;
- le module de refroidissement comporte une paroi d'appui avant et une paroi d'appui arrière, de façon que lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base :
  - la paroi d'appui arrière est plaquée vers la face arrière;
  - la paroi d'appui avant est plaquée vers la face avant;
- un joint avant est disposé entre la paroi d'appui avant et la face avant;
- un joint arrière est disposé entre la paroi d'appui arrière et la face arrière;
  - de façon à assurer une étanchéité entre :
- les sorties froides des canaux secs et un espace interne, s'étendant autour du module de refroidissement, entre la paroi d'appui avant et la paroi d'appui arrière, et délimité par la base;
- les sorties humides des canaux humides et l'espace interne.

[0023] La paroi d'appui avant et la paroi d'appui arrière peuvent être annulaires, et s'étendent autour de l'empilement.

[0024] Un autre objet de l'invention est un procédé de refroidissement d'air d'une pièce, à l'aide d'un dispositif selon le premier objet de l'invention, comportant :

- actionnement du système de ventilation, de façon à :
  - admettre l'air à refroidir par l'admission d'air du dispositif ;
  - diriger une partie de l'air refroidi, s'étant écoulé à travers un canal sec, dans un canal humide ;
  - extraire une autre partie de l'air refroidi, s'étant écoulé à travers le canal sec, vers la pièce ;
  - extraire l'air humide débouchant de chaque canal humide, à l'extérieur de la pièce ;
- mouillage des faces mouillées de différentes plaques d'au moins un empilement du dispositif.

FIGURES

[0025] La [Fig.1] décrit les principes du refroidissement adiabatique.

[0026] La [Fig.2] montre un exemple d'empilement de plaques, formant des canaux secs et des canaux humides.

[0027] La [Fig.3A] montre une face sèche d'une plaque.

[0028] La [Fig.3B] montre une face mouillée d'une plaque.

[0029] La [Fig.4] montre une vue de dessus d'une face mouillée d'une plaque.

[0030] Les figures 5A à 5E représentent un exemple d'empilement de plaques. Sur les figures 5A à 5E, on fait face à la sortie, dite sortie froide, de chaque canal sec de l'empilement, ainsi qu'à l'entrée, dite entrée humide, de chaque canal humide.

[0031] La [Fig.6A] représente un module de refroidissement, supportant les empilements, face à un logement qu'il est destiné à occuper dans une base.

[0032] La [Fig.6B] montre une base définissant quatre logements.

[0033] La [Fig.6C] montre la face arrière d'une base.

[0034] La [Fig.7] montre l'empilement schématisé sur les figures 5A à 5E. Sur la [Fig.7], on fait face à la sortie, dite sortie humide, de chaque canal humide de l'empilement, ainsi qu'à l'entrée de chaque canal sec.

EXPOSE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

[0035] La [Fig.2] montre un détail d'un empilement 2 de plaques d'un dispositif objet de l'invention. Le dispositif est destiné à insuffler de l'air refroidi dans une pièce.

[0036] Par pièce, on entend une enceinte dont on souhaite refroidir l'air. La pièce peut être une pièce d'un bâtiment, de type habitat ou industriel, ou une pièce d'un moyen de transport, par exemple une cabine d'un véhicule.

[0037] La géométrie de l'empilement est similaire à celle décrite dans la demande WO2022184871. Sur la figure 2, on a représenté quatre plaques. L'empilement peut comporter quelques dizaines, voire centaines de plaques, par exemple entre 30 et 1000 plaques 10. Les plaques 10 sont disposées parallèlement les unes aux autres, perpendiculairement à un axe transversal Z. Chaque plaque 10 s'étend parallèlement à un plan P_{XY}. Chaque plaque s'étend, parallèlement à un axe longitudinal X, selon une longueur l, et, parallèlement à un axe latéral Y, selon une largeur L. L'empilement s'étend, parallèlement à l'axe transversal Z, selon une hauteur h. La hauteur h dépend du nombre de plaques. La longueur l, la largeur L et la hauteur h sont matérialisées sur la [Fig.5A]. L'empilement est délimitée par une plaque inférieure et une plaque supérieure.

[0038] Au cours du fonctionnement du dispositif, l'axe transversal Z est supposé vertical, orienté vers le haut, à ± 30° près ou à ± 10° près. Cela permet un écoulement de l'eau par gravité de la plaque supérieure vers la plaque inférieure, comme décrit par la suite.

[0039] Chaque plaque 10 comporte une face mouillée 10_w et une face sèche 10_d. Les faces

respectivement sèche et mouillée d'une même plaque sont opposées, au sens où elles sont distantes de l'épaisseur de la plaque. L'épaisseur de chaque plaque, selon l'axe Z, est la plus faible possible, en prenant en compte les contraintes de tenue mécanique. L'épaisseur dépend du matériau formant la plaque. L'épaisseur peut être comprise entre 10 µm et 1 mm, voire entre 10 µm et 500 µm. L'invention exploite la conduction de la chaleur selon l'axe Z, à travers chaque plaque 10.

[0040] L'empilement est tel que les faces mouillées (respectivement sèches) de deux plaques consécutives se font face. Deux faces mouillées 10_w, se faisant face, et appartenant à deux plaques adjacentes, délimitent un canal humide 20_w. Deux faces sèches 10_d, se faisant face, et appartenant à de deux plaques adjacentes, délimitent un canal sec 20_d.

[0041] Chaque face mouillée 10_w est destinée à être, de façon la plus régulière possible, mouillée par de l'eau.

[0042] Sur la [Fig.2], chaque plaque a été assignée d'un rang n, n étant un entier naturel. n est incrémenté entre deux plaques successives selon l'axe Z, dans le sens inverse de l'axe Z. Ainsi, on a représenté les plaques 10_n, 10_{n+1}, 10_{n+2} et 10_{n+3}. Chaque plaque comporte une face mouillée, indiquée par l'indice w, et une face sèche, indiquée par l'indice d. Les faces mouillées $10_{n,w}$, $10_{n+1,w}$, des plaques respectives 10_n, 10_{n+1} délimitent un canal humide 20_w. Les faces sèches $10_{n+1,d}$, $10_{n+2,d}$, des plaques respectives 10_{n+1}, 10_{n+2} délimitent un canal sec $20_{d.}$. Les faces mouillées $10_{n+2,w}$, $10_{n+3,w}$, des plaques respectives 10_{n+2}, 10_{n+3} délimitent un canal humide $20_{w.}$

[0043] Ainsi, l'empilement est formé d'une alternance entre canaux secs 20_d et canaux humides 20_w. Chaque canal sec s'étend, le long de l'axe longitudinal X, entre une entrée chaude $20_{d,in}$, à travers laquelle s'écoule l'air chaud à refroidir, et une sortie froide $20_{d,out}$. Le système de ventilation est configuré pour permettre les écoulements de l'air à travers les canaux secs et les canaux humides. La sortie froide $20_{d,out}$ peut être destinée à être raccordée à une évacuation d'air refroidi, configurée pour insuffler l'air refroidi à l'intérieur de la pièce.

[0044] L'air à refroidir est aspiré ou insufflé dans le dispositif par un système de ventilation, non représenté sur la [Fig.2], à travers une admission. Le système de ventilation comporte un ou plusieurs ventilateurs. Dans l'exemple de la [Fig.2], l'air à refroidir est admis parallèlement à un axe longitudinal X.

[0045] Le système de ventilation 2 est décrit plus en détail en lien avec les figures 6A à 6C

[0046] Chaque canal sec 20_d est relié à un canal humide 20_w adjacent par une jonction fluidique 20'. Chaque canal humide 20_w s'étend, selon l'axe longitudinal X, entre la jonction fluidique 20' et une sortie humide $20_{w,out}$. La jonction fluidique 20' est disposée entre l'entrée chaude $20_{d,in}$ et la sortie froide $20_{d,out}$, ou au niveau de la sortie froide $20_{d,out}$. La jonction fluidique 20' est avantageusement plus proche de la sortie froide $20_{d,out}$ que de l'entrée chaude $20_{d,in}$. Ainsi, en considérant le sens d'écoulement

de l'air dans le canal sec, la jonction fluidique 20' est disposée dans le canal sec 20_d, en amont de la sortie froide $20_{d,out}$ ou au niveau de la sortie froide, ce dernier cas correspondant à l'exemple représenté. Le dispositif 1 est tel que sous l'effet du système de ventilation, une partie de l'air s'écoulant à travers un canal sec 20_d est admis dans un canal humide 20_w lui étant adjacent à travers la jonction fluidique 20'. La jonction fluidique 20' peut être formée par une simple ouverture pratiquée dans la plaque séparant le canal humide du canal sec. Sur les exemples représentés, la jonction fluidique 20' est formée au niveau d'une extrémité longitudinale de la plaque. Une partie de l'air refroidi est alors aspiré dans au moins un canal humide 20_w adjacent du canal sec 20_d, au niveau de la sortie froide $20_{d,out}$.Le débit d'air s'écoulant dans le canal humide 20_w est ajusté par le système de ventilation du dispositif. Cela est facilité par le fait que l'écoulement, dans chaque canal sec, est préférentiellement effectué selon un régime laminaire, la vitesse de l'air étant par exemple comprise entre 0,5 $m.s^{-1}$ et 3 $m.s^{-1}$.

[0047] La jonction fluidique 20', couplée au système de ventilation, peut être telle que 50 à 75 % du débit d'air s'écoule vers la sortie froide $20_{d,out}$, tandis que 25% à 50 % du débit d'air s'écoule à travers la jonction fluidique, vers le canal humide 20_w. On note que l'écoulement d'air à travers chaque canal humide $20_{w,}$représenté par des flèches traits pleins sur la [Fig.2], est effectué dans un sens opposé à l'écoulement d'air dans le canal sec lui étant adjacent, ce dernier étant représenté par une flèche en tirets sur la [Fig.2]. Le dispositif est ainsi configuré pour fonctionner à contre-courant. L'air refroidi, émanant de chaque canal sec, est matérialisé par une flèche en traits mixtes.

[0048] Sur les figures qui suivent, la légende associée aux flèches, représentant les écoulements, est identique : flèche en tirets pour l'air sec, flèches en tirets mixtes pour l'air refroidi, et flèches en trait plein pour l'air humide.

[0049] La longueur l peut être comprise entre 5 cm et 1m, et de préférence entre 10 cm et 30 cm. La longueur l est de préférence :

- inférieure à la largeur L, par exemple au moins 1,5 fois inférieure, voire au moins 2 fois inférieure ou au moins 3 fois inférieure à la largeur L.
- et/ou inférieure à la hauteur h, par exemple au moins 1,5 fois inférieure, voire au moins 2 fois inférieure ou au moins 3 fois inférieure à la hauteur h.

[0050] Deux plaques adjacentes 10_n, 10_{n+1} sont espacées l'une de l'autre, parallèlement à l'axe Z, selon une distance de préférence inférieure à 2 cm, voire inférieure à 1 cm ou 0,5 cm. L'espacement entre deux plaques adjacentes peut avantageusement être compris entre 0,5 mm et 2 mm.

[0051] La [Fig.3A] montre deux plaque 10_n, 10_{n+1} selon un premier mode de réalisation. Sur la [Fig.3A], on distingue la face sèche $10_{d,n}$ de la plaque 10_n. Les faces mouillées $10_{w,n}$ et $10_{w,n+1}$ respectives des plaques 10_n, 10_{n+1} délimitent un canal humide 20_w. Ce dernier

s'étend entre une entrée humide $20_{w,in}$ et une sortie humide $20_{w,out}$. Chaque sortie $20_{w,out}$ est formée au niveau d'une échancrure 17 pratiquée sur les plaques. Une échancrure correspond à une réduction localisée de la longueur de la plaque. Entre deux échancrures successives, selon l'axe latéral, deux plaques successives délimitant un canal humide sont jointes l'une à l'autre, ce qui forme une cloison humide 13. Au niveau de chaque échancrure 17, les plaques successives délimitant un canal humide 20_w sont espacées l'une de l'autre, de façon à définir une ouverture 13' formant une sortie humide $20_{w,out}$. Une telle configuration est décrite plus en détail dans la demande FR2207710.

[0052] Chaque plaque est délimitée par deux bordures latérales 11, 12 s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal X, et espacées l'une de l'autre selon l'axe latéral Y. Au niveau de chaque bordure latérale 11, 12, un canal humide est délimité par une première structure capillaire 21. La première structure capillaire 21 est formée par un premier matériau capillaire permettant une diffusion de liquide, en l'occurrence de l'eau, par capillarité, ainsi qu'un stockage dudit liquide. Dans cet exemple, le liquide considéré est de l'eau, ce qui constitue le mode de réalisation préféré, sans exclure la possibilité d'utiliser un autre liquide.

[0053] Le terme matériau capillaire désigne un matériau perméable à un liquide, et permettant une diffusion du liquide par capillarité, ce qui engendre un phénomène de pompage capillaire.

[0054] Chaque première structure capillaire 21 s'étend le long de toute la bordure latérale du canal humide. L'épaisseur de chaque première structure capillaire, définie selon l'axe transversal Z, est de préférence supérieure à 0.3 mm ou à 0.5 mm. De préférence, l'épaisseur de chaque première structure capillaire est inférieure à 5 ou 10 mm. La plage d'épaisseur 0.5 mm – 5 mm est considérée comme optimale. De préférence, l'épaisseur de chaque première structure capillaire 21 est telle que la première structure capillaire est en contact des deux faces mouillées délimitant un canal humide.

[0055] Le premier matériau capillaire présente une hauteur de remontée capillaire de l'ordre de quelques centimètres. Par hauteur de remontée capillaire, on entend une hauteur selon laquelle l'eau migre, par pompage capillaire, dans le premier matériau capillaire maintenu vertical.

[0056] La [Fig.3B] montre un exemple de face mouillée $10_{w,n+1}$ de la plaque 10_{n+1} représentée sur la [Fig.3A]. Selon l'axe latéral Y, chaque première structure capillaire 21 s'étend selon une largeur de préférence comprise entre 1 mm et 30 mm, de préférence entre 3 mm et 10 mm. Chaque première structure capillaire est destinée à former un réservoir tampon d'eau, au niveau de chaque canal humide. Le fait que chaque première structure capillaire forme un réservoir tampon permet d'éviter une alimentation continue d'eau.

[0057] Dans cet exemple, chaque première structure capillaire 21 s'étend, selon l'axe longitudinal X, entre deux extrémités longitudinales opposées 21_X. Dans l'exemple représenté, l'eau alimente chaque première structure capillaire 21, par capillarité, à partir de chaque extrémité longitudinale 21_X, selon les flèches F_1. La migration s'effectue parallèlement à l'axe longitudinal X.

[0058] L'alimentation en eau des premières structures capillaires appartenant à des canaux humides adjacents est décrite par la suite, en lien avec la [Fig.5A] : les premières structures capillaires 21 de deux canaux humides adjacents, alignées selon l'axe Z, sont au contact l'une de l'autre, de façon à permettre une circulation de l'eau d'une première structure capillaire à l'autre, le contact entre lesdites premières structures capillaires formant un contact (ou pont) fluidique.

[0059] La face mouillée $10_{w,n+1}$ est revêtue d'une deuxième structure capillaire 22 prenant ici la forme d'une feuille mince. La deuxième structure capillaire 22 est disposée au contact de la plaque 10_{n+1}. La deuxième structure capillaire 22 s'étend à partir d'au moins une première structure capillaire 21. Dans l'exemple représenté sur la [Fig.3B], la deuxième structure capillaire 22 s'étend entre les deux premières structures capillaires 21, ces dernières formant les bordures latérales du canal humide. L'épaisseur de la deuxième structure capillaire 22 est inférieure à l'épaisseur de chaque première structure capillaire 21. De préférence, l'épaisseur de la deuxième structure capillaire 22 est au moins 2 fois ou 3 fois inférieure à l'épaisseur de chaque première structure capillaire 21. Ainsi, l'épaisseur de la deuxième structure capillaire 22 est inférieure à 1000 µm. L'épaisseur de la deuxième structure capillaire 22 est de préférence comprise entre 10 µm et quelques centaines de µm, par exemple entre 10 µm et 400 µm. Le deuxième matériau peut être un matériau de type papier, par exemple buvard ou un non tissé ou un tissé. Il est suffisamment fin de façon à permettre un refroidissement de la plaque sous l'effet de l'évaporation de l'eau imbibant la deuxième structure capillaire. Il est cependant suffisamment épais pour permettre un pompage capillaire suffisant.

[0060] La hauteur de remontée capillaire du deuxième matériau est supérieure à la hauteur de remontée capillaire du premier matériau. La hauteur de remontée capillaire du deuxième matériau est de préférence supérieure à 10 cm, voire supérieure à 20 cm ou 30 cm.

[0061] Sous l'effet d'un pompage capillaire, l'eau stockée dans chaque première structure capillaire 21 migre à travers la deuxième structure capillaire 22, le long de la face mouillée. La migration de l'eau à travers chaque deuxième structure capillaire 22 est matérialisée par les flèches F_2.

[0062] Ainsi, au niveau d'un canal humide, la migration du liquide s'opère :

- selon l'axe longitudinal X, à travers chaque première structure capillaire 21, à partir d'au moins une extrémité longitudinale 21_X ;

– puis à partir de chaque première structure capillaire 21, à travers la deuxième structure capillaire 22, le long de la face mouillée.

[0063] La quantité d'eau s'évaporant de chaque deuxième structure capillaire est compensée par pompage capillaire de l'eau stockée dans chaque première structure capillaire. Cela permet de maintenir, le long de chaque face mouillée, une quantité d'eau suffisante pour permettre une évaporation dans le canal humide. Il en résulte un refroidissement de la plaque, permettant le refroidissement de l'air circulant dans le canal sec adjacent, selon le principe de fonctionnement décrit en lien avec la [Fig.1]. Cependant, en s'évaporant, des dépôts peuvent s'accumuler, en particulier au sein de la deuxième structure capillaire, comme décrit dans l'art antérieur. Il en résulte un encrassement s'accumulant au niveau de chaque face mouillée.

[0064] Sur la [Fig.4], on a représenté la face mouillée telle que décrite en lien avec les figures 3A et 3B. On distingue les deux premières structures capillaires 21, s'étendant le long des bordures latérales 11,12 de la plaque, ainsi qu'une deuxième structure capillaire 22, s'étendant entre les premières structures capillaires, le long de la face mouillée.

[0065] Au niveau de chaque canal sec, le long de chaque échancrure 17, les plaques adjacentes, délimitant le canal sec, se rejoignent, formant une cloison sèche incurvée. Ainsi, une cloison sèche, refermant un canal sec, s'étend entre deux sorties humides 20 $_{w,out}$ de deux canaux humides adjacents.

[0066] Des parois d'obturation 18, dite parois d'obturation humides, sont appliquées contre l'empilement de plaques 10, face à chaque sortie humide. Chaque paroi d'obturation humide 18 permet de collecter l'air humide sortant de différents canaux humides. Ainsi , chaque paroi d'obturation humide 18 permet de former une chambre d'évacuation 20, permettant de collecter l'air humide résultant de canaux humides, et de transporter l'air humide, de façon étanche, face aux cloisons sèches, ces dernières étant formées au niveau de chaque échancrure.

[0067] La [Fig.5A] représente un empilement 2 de plaques 10, délimitant alternativement des canaux secs et des canaux humides. L'empilement est supporté par un chassis 2', dont une partie est représentée sur la [Fig.5A]. Le châssis 2' et l'empilement forment un module de refroidissement 3.

[0068] Sur la [Fig.5B], on a représenté un détail de l'empilement. On a identifié les trois premières plaques 10_1, 10_2, 10_3 de l'empilement. Le rang n assigné à chaque plaque est d'autant plus faible que la plaque est haute lorsque l'axe transversale est vertical. La plaque 10_1 correspond à la plaque supérieure de l'empilement. Chaque extrémité longitudinale 21_X d'une première structure capillaire est reliée à une extrémité longitudinale d'une première structure capillaire adjacente par une liaison fluidique, par exemple par un simple contact. Une arrivée d'eau permet de mouiller la première structure ca-

pillaire supérieure, c'est-à-dire la première structure capillaire formée au niveau du canal humide délimité par les plaques de rang les plus faible (n = 1 et 2 lorsque les premières plaques délimitent un canal humide, ou n = 2 et 3 lorsque les premières plaques de rang 1 et 2 délimitent un canal sec. L'eau migre, par capillarité, le long de la première structure capillaire 21, selon l'axe longitudinal. De plus, sous l'effet de la gravité, l'eau migre, de proche en proche, entre les premières structures capillaires successives. Ainsi, le mouillage des premières structures capillaires s'effectue :

- le long de chaque première structure capillaire 21, par capillarité, selon l'axe longitudinal X;
- entre les premières structures capillaires s'étendant dans deux canaux différents humides différents, par l'action combinée de la capillarité et de la gravité, selon l'axe transversal Z.

[0069] Sur la [Fig.5C], on a représenté le module de refroidissement 3 complet. Le module de refroidissement 3 définit des arrivées d'eau 25, prenant la forme d'un puits, destinées à être alimentées par de l'eau. Chaque puits 25 est en contact fluidique avec chaque première structure capillaire supérieure. Chaque première structure capillaire supérieure est mouillée par l'eau s'écoulant depuis le puits 25 disposé à l'aplomb de ladite première structure capillaire. L'eau migre par capillarité le long de la première structure capillaire, ainsi que, par capillarité et gravité, vers la première structure capillaire adjacente. La migration de l'eau vers les différentes premières structures capillaires s'effectue ainsi, en combinant la diffusion longitudinale et la diffusion transversale.

[0070] L'arrivée d'eau est raccordée à une admission d'eau, provenant de l'extérieur du dispositif. Une partie de l'eau distribuée au niveau de l'arrivée d'eau peut provenir d'un réceptacle relié à une sortie d'eau 26.

[0071] Sur la [Fig.5D], on a représenté un détail de la partie supérieure de l'empilement représenté sur la [Fig.5C]. Le canal humide supérieur est délimité par les plaques 101 et 102. Le puits 25 est alimenté en eau, de façon à mouiller la première structure capillaire disposée entre les plaques 101 et 102, puis, de proche en proche, les premières structures capillaires disposées entre les plaques 103 et 104, puis 105 et 106….

[0072] La [Fig.5E] montre la partie inférieure de l'empilement. Un orifice 26 permet l'écoulement d'un trop plein d'eau s'écoulant depuis la première structure capillaire inférieure, c'est-à-dire la première structure capillaire la plus basse. Le trop plein d'eau peut être recueilli dans un réceptacle. Une pompe, non représentée, est configurée pour récupérer l'eau du réceptacle de façon à alimenter à nouveau l'arrivée d'eau 25. L'alimentation en eau de l'arrivée d'eau 25 comporte de l'eau provenant de l'extérieur du dispositif, ainsi que de l'eau collectée à travers la sortie d'eau 26. On note que le surplus d'eau, collecté dans le réceptacle, n'a pas subi d'évaporation. Il n'est donc pas

concentré en impuretés insolubles, de type minéraux, présents dans l'eau. Il peut donc être réadmis dans l'arrivée d'eau 25, sans risque d'encrassement du dispositif.

[0073] Du fait de son épaisseur, plus élevée que l'épaisseur des deuxièmes structures capillaires 22 avec lesquelles elle est en contact, chaque première structure capillaire 21 se comporte comme un réservoir tampon. Ainsi, une partie de l'eau destinée au mouillage des deuxièmes structures capillaires 22 est temporairement stockée dans les premières structures capillaires. Cette fonction de stockage tampon permet une alimentation séquentielle de chaque arrivée d'eau 25.

[0074] L'agencement des premières structures capillaires 21 et des deuxièmes structures capillaires 22 permet un mouillage maîtrisé de chaque face mouillée délimitant des canaux humides. La diffusion de l'eau par capillarité, le long des faces mouillées, permet de maintenir un mouillage suffisant pour permettre un refroidissement efficace des plaques.

[0075] L'alimentation de chaque arrivée d'eau 25 permet un renouvellement de l'eau circulant dans le dispositif. L'alimentation en eau du dispositif peut être séquentielle, grâce à la fonction de stockage tampon conférée par les premières structures capillaires 21. Le surplus d'eau est recueilli au niveau de réceptacles 26, et peut être pompé pour être dirigé vers l'arrivée d'eau 25. De ce fait, le dispositif ne comporte pas d'évacuation d'eau. Cela facilite son implémentation, en minimisant les contraintes d'installation. Cela en particulier dans l'habitat individuel.

[0076] Selon une possibilité, les premières structure capillaires 21 et les deuxièmes structures capillaires 22 sont constituées d'un même matériau capillaire. Autrement dit, le premier matériau capillaire est identique au deuxième matériau capillaire. De préférence, au niveau des bordures latérales, l'épaisseur du matériau capillaire est supérieure à son épaisseur le long des faces mouillées. Cela permet de maintenir un niveau d'humidité maîtrisé le long de chaque face mouillée. Selon cette possibilité, la première structure capillaire est formée par une première épaisseur du matériau capillaire. La deuxième structure capillaire est formée par une deuxième épaisseur du matériau capillaire, inférieure à la première épaisseur.

[0077] Selon une possibilité, la deuxième structure capillaire est formée par structuration de chaque face mouillée, par exemple en ménageant des canaux configurés pour permettre un pompage capillaire.

[0078] Quel que soit le mode de réalisation, au moins une face mouillée, voire chaque face mouillée délimitant au moins un canal humide comporte une structure capillaire permettant, par pompage capillaire, de maintenir une quantité d'eau, aussi uniforme que possible, et aussi constante que possible, le long de ladite face humide.

[0079] Comme évoqué dans l'art antérieur, sous l'effet de l'évaporation de l'eau, des particules solides, par exemple des sels minéraux, peuvent s'accumuler dans structure

capillaire déposée le long de chaque face mouillée. Une telle accumulation peut compromettre une répartition uniforme de l'humidité le long des faces mouillées. Compte tenu de la faible épaisseur des canaux humides, généralement de quelques millimètres, il n'est pas envisageable de procéder au remplacement individuel de plaques.

[0080] La conception du dispositif permet d'adresser cette contrainte. Comme représenté sur les figures 6A et 6C, l'empilement de plaques est supporté par le châssis 2'. Le module de refroidissement 3 est configuré pour être inséré dans une base 4. La base 4 est représentée sur les figures 6A à 6C. La base 4 désigne une structure, de préférence fixe, agencée pour recevoir l'air à refroidir et évacuer l'air chaud et humide résultant de chaque empilement. La base 4 est raccordée au système de ventilation 6. Dans l'exemple représenté, le système de ventilation 6 comporte un premier ventilateur 6_1, permettant une admission d'air à refroidir dans le dispositif 1. La base 4 comporte un deuxième ventilateur 6_2, représenté sur la [Fig.6C], configuré pour évacuer l'air humide débouchant des canaux humides et des chambres d'évacuation 20.

[0081] La base 4 définit au moins un logement 5. Par logement, on entend une cavité creuse, dans laquelle un module de refroidissement 3, supportant un empilement de plaques 2, peut être inséré. Dans l'exemple décrit en lien avec les figures 6A à 6C, la base définit quatre logements différents chaque logement étant distinct l'un de l'autre. Ainsi, la base peut recevoir quatre modules différents. La base comporte le système de ventilation 6 ou est configurée pour être raccordée au système de ventilation 6.

[0082] La base 4 s'étend entre une face arrière 4_r et une face avant 4_a. La face avant et la face arrière forment des faces sur lesquelles le module de refroidissement s'appuie lorsqu'il est inséré dans la base. Les faces avant et arrière s'étendent à partir d'une enveloppe annulaire 4_c, s'étendant autour de chaque logement destiné à recevoir un module de refroidissement. Les faces avant et arrière forment des butées permettant de définir la position du module de refroidissement dans le logement 5.

[0083] L'insertion du module de refroidissement 3 dans la base 4 est réalisée par translation. Dans l'exemple représenté sur les figures 6A à 6C, le module de refroidissement 3 est translaté dans la base 4 en glissant sur des glissières 9. Ces dernières sont agencées parallèlement à l'axe longitudinal X, de part et d'autre du logement destiné à être occupé par le module de refroidissement. Les glissières sont ménagées dans la base. Les faces et arrière forment des butées permettant de bloquer la translation du module de refroidissement.

[0084] Selon d'autres configurations, la translation du module de refroidissement 3 est effectuée parallèlement à l'axe transversal Z ou parallèlement à l'axe latéral Y.

[0085] La [Fig.7] représente une vue du module de refroidissement 3 face aux entrées chaudes $20_{d,in}$ des canaux secs 20_d. Les entrées chaudes $20_{d,in}$ sont destinées à recevoir l'air à refroidir, ce dernier provenant de l'admission d'air du dispositif. Au niveau de

chaque entrée chaude $20_{d,in}$, les plaques délimitant chaque canal sec 20_d sont écartées l'une de l'autre, de façon à former une ouverture 15'. Entre chaque ouverture 15', une cloison sèche est ménagée, le long des échancrures 17, par contact entre les plaques délimitant le canal sec.

[0086] Lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base 4, les entrées chaudes $20_{d,in}$ sont disposées a proximité de la face arrière 4_r de la base 4. L'air chaud et humide, débouchant des sorties humides $20_{w,out}$, est collecté par le deuxième ventilateur 6_2 pour être refoulé à l'extérieur de la pièce à refroidir. La sortie froide $20_{d,out}$ de chaque canaux secs 20_d se situe a proximité de la face avant 4_a, de façon à insuffler l'air refroidi dans la pièce.

[0087] Afin de maintenir une étanchéité entre l'air refroidi et l'air chaud à refroidir, un joint avant 7_a et un joint arrière 7_r sont interposés entre le module de refroidissement 3 et la base 4, respectivement au niveau de la face avant 4_a et de la face arrière 4_r. Les joints avant et arrière ont été représentés sur la [Fig.6B]. Sur le module de refroidissement 3, une surface d'appui avant 8_a et une surface d'appui arrière 8_r. s'appuient respectivement sur le joint avant 7_a et le joint arrière 7_r lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base 4. Ainsi, lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base 4 :

- le joint avant 7_a est interposé entre la surface d'appui avant 8_a du module de refroidissement et la face avant 4_a de la base ;
- le joint arrière 7_r est interposé entre la surface d'appui arrière 8_r du module de refroidissement et la face arrière 4_r de la base

[0088] Préalablement à l'introduction du module de refroidissement dans la base, chaque joint est solidaire soit de la base, soit du module de refroidissement.

[0089] Ainsi, lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base :

- la face avant est située a proximité de la sortie froide de différents canaux secs ;
- la face arrière est située a proximité de l'entrée chaude de différents canaux secs ;
- la face avant s'étend entre la sortie froide des canaux secs et la face arrière ;
- la face arrière s'étend entre l'entrée chaude des canaux secs et la face avant ;
- la paroi d'appui avant 8_a s'appuie sur la face avant 4_a;
- la paroi d'appui arrière 8_r s'appuie sur la face arrière 4_r
- de façon à assurer une étanchéité entre :
  - la sortie froide des canaux secs 20_d et un espace interne, s'étendant autour de l'empilement 2, entre la face avant 4a et la face arrière, et délimité par de l'enveloppe 4c formée par la base, autour de l'empilement. L'espace interne est occupé par l'air humide débouchant des chambres d'évacuation 20, avant

l'évacuation à l'extérieur de la pièce à refroidir par le deuxième ventilateur 6_2. L'espace interne s'étend entre la module de refroidissement et la base, en étant délimité par la paroi d'appui avant et la paroi d'appui arrière. Il agit en tant que collecteur de l'air humide débouchant de chambres d'évacuation 20, en amont du deuxième ventilateur 6_2. Le terme « amont » est à interpréter selon le sens de l'écoulement de l'air, lors du fonctionnement du dispositif.

- l'entrée chaude $20_{d,in}$ des canaux secs et l'espace interne.

[0090] La paroi d'appui avant 8_a et la paroi d'appui arrière 8_r sont de préférence annulaires : elles forment un contour autour de l'empilement maintenu dans le châssis.

[0091] Le module de refroidissement peut être fixé dans la base 4 par des moyens de fixation 9', par exemple des vis ou des écrous. Les moyens de fixation sont réversibles, de façon à permettre un retrait simple et manuel du module de refroidissement 3 de la base 4.

[0092] Un aspect important de l'invention est que le module de refroidissement 3, comportant les plaques 10, peut être aisément retiré de la base 4 pour être remplacé par un module de refroidissement neuf. Le remplacement du module de refroidissement 3 est effectué régulièrement, lorsqu'il est considéré que le risque d'encrassement des canaux humides est élevé, ou lorsque le vieillissement sous l'effet de l'eau ou d'une exposition à un rayonnement UV est trop prononcé. Le remplacement du module de refroidissement peut être par exemple effectué tous les 2 ou 3 ans ou 5 ans. Tout ou partie du module de refroidissement retiré peut être recyclé.

[0093] La conception du dispositif est modulaire, chaque module de refroidissement 3 pouvant être inséré dans une base 4. Le nombre de logements 5 formés dans une base, et donc le nombre de modules de refroidissement qu'elle est susceptible de recevoir, dépend de la puissance frigorifique requise. La conception modulaire simplifie la fabrication du dispositif, car un même module de refroidissement peut être inséré dans des bases de différentes formes, dédiées à différentes applications : application domestique, application dans des bâtiments industriels ou application dans un moyen de transport.

[0094] Un autre avantage notable est la base 4 et chaque module de refroidissement 3 peuvent être manipulés indépendamment l'un de l'autre. Cela permet de limiter la masse des composants à manipuler, en particulier lors de l'installation. Avantageusement, lors de l'installation, la base est fixée sur une structure d'accueil, par exemple une structure de génie civil. Les modules de refroidissement sont ensuite insérés les uns à la suite des autres dans la base.

[0095] De préférence, la base 4 est configurée de façon que le système de ventilation 6 puisse adresser simultanément différents modules de refroidissement. Ainsi, le premier ventilateur et le deuxième ventilateur permettent l'admission d'air chaud dans

plusieurs modules de refroidissement et/ou l'extraction d'air chaud et humide desdits modules de refroidissement.

Revendications

[Revendication 1] Dispositif (1) de climatisation à refroidissement indirect par évaporation, le dispositif étant destiné à insuffler de l'air refroidi dans une pièce, le dispositif comportant :

- une admission d'air, destinée à admettre de l'air à refroidir ;
- une pluralité de plaques (10), formant un empilement (2), les plaques étant espacées les unes des autres selon un axe transversal (Z), chaque plaque comportant une face sèche (10_d) opposée à une face mouillée (10_w), la face mouillée de chaque plaque étant configurée pour être mouillée par de l'eau, chaque plaque étant destinée à être refroidie sous l'effet d'une évaporation d'eau, à partir de la face mouillée;

le dispositif étant tel que, dans l'empilement :

- deux plaques adjacentes délimitent un canal, le canal étant :
  - soit un canal sec (20_d), délimité par deux faces sèches (10_d) de deux plaques adjacentes,
  - soit un canal humide (20_w), délimité par deux faces mouillées (10_w) de deux plaques adjacentes ;
- les plaques sont disposées de façon à former une alternance entre canaux secs et canaux humides, chaque canal sec étant adjacent d'un canal humide;
- chaque canal sec (20_d) s'étend, selon un axe longitudinal (X), entre une entrée chaude ($20_{d,in}$), reliée à l'admission d'air, et une sortie froide ($20_{d,out}$), la sortie froide étant destinée à une évacuation d'air refroidi suite à l'écoulement de l'air dans le canal sec ;
- chaque canal humide (20_w) s'étend selon l'axe longitudinal, entre une entrée humide ($20_{w,in}$) et une sortie humide ($20_{w,out}$), la sortie humide étant destinée à une évacuation d'air humidifié suite à l'écoulement dans le canal humide, le canal humide étant configuré de façon à recevoir une partie de l'air débouchant du canal sec ;

le dispositif étant caractérisé en ce que :

- l'empilement est maintenu dans un module de refroidissement

(3);

- le module de refroidissement est configuré pour être inséré dans une base (4) et retiré de la base, la base définissant un logement (5) dans lequel le module de refroidissement peut être inséré, la base étant agencée pour recevoir l'air à refroidir et/ou évacuer l'air chaud et humide résultant de l'empilement et/ou évacuer l'air refroidi.

[Revendication 2] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

- la base définit un logement (5), le logement étant destiné à être occupé par le module de refroidissement ;
- le logement est configuré de façon à permettre une translation du module de refroidissement à l'intérieur du logement, de façon à insérer le module de refroidissement du logement ou retirer le module de refroidissement du logement.

[Revendication 3] Dispositif selon la revendication 2, dans lequel la base définit différents logements, chaque logement étant configuré pour être occupé par le module de refroidissement.

[Revendication 4] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

- la base (4) s'étend entre une face avant (4_a) et une face arrière (4_r) ;
- lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base, la face avant et/ou la face arrière forment une butée pour définir une position du module de refroidissement dans la base.

[Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque face mouillée d'un ensemble de faces mouillées de canaux humides est revêtue d'une structure capillaire (22) propice à une diffusion d'eau, par capillarité, le long de ladite face mouillée.

[Revendication 6] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'empilement est tel que :

- chaque canal humide s'étend entre une entrée humide et plusieurs sorties humides, réparties selon l'axe latéral ;

- des sorties humides de différents canaux humides sont alignées parallèlement à l'axe transversal ;
- l'empilement comporte au moins une paroi d'obturation (18), s'étendant face à des sorties humides alignées selon l'axe transversal, la paroi d'obturation délimitant une chambre d'évacuation (20), configurée pour collecter l'air humide sortant de chaque canal humide.

[Revendication 7] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la base comprend ou est configurée pour être raccordée à un système de ventilation, agencé pour permettre une entrée de l'air à refroidir dans les canaux secs et/ou une extraction de l'air résultant des canaux humides et/ou de l'air refroidi résultant des canaux secs.

[Revendication 8] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de refroidissement comporte au moins une paroi d'appui (8_a, 8_r), la paroi d'appui étant configurée pour s'appuyer sur un joint (7_a, 7_r) lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base, le joint étant disposé entre la paroi d'appui et la base.

[Revendication 9] Dispositif selon la revendication 8, dans lequel l

- la base (4) comporte une face avant (4_a) et une face arrière (4_r) ;
- le module de refroidissement (3) comporte une paroi d'appui avant (8_a) et une paroi d'appui arrière (8_r), de façon que lorsque le module de refroidissement est inséré dans la base :
  - la paroi d'appui arrière 8_r est plaquée vers la face arrière 4_r;
  - la paroi d'appui avant 8_a est plaquée vers la face avant 4_a;
- un joint avant (7a) est disposé entre la paroi d'appui avant et la face avant;
- un joint arrière (7r) est disposé entre la paroi d'appui arrière et la face arrière;
  - de façon à assurer une étanchéité entre :
- les sorties froides des canaux secs (20_d) et un espace interne, s'étendant autour du module de refroidissement (3), entre la paroi d'appui avant et la paroi d'appui arrière, et délimité par la base;

- les sorties humides des canaux humides(20_w) et l'espace interne.

[Revendication 10] Dispositif selon la revendication 9, dans lequel la paroi d'appui avant et la paroi d'appui arrière sont annulaires, et s'étendent autour de l'empilement.

[Revendication 11] Procédé de refroidissement d'air d'une pièce, à l'aide d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant :

- actionnement du système de ventilation, de façon à :
  - admettre l'air à refroidir par l'admission d'air du dispositif ;
  - diriger une partie de l'air refroidi, s'étant écoulé à travers un canal sec, dans un canal humide ;
  - extraire une autre partie de l'air refroidi, s'étant écoulé à travers le canal sec, vers la pièce ;
  - extraire l'air humide débouchant de chaque canal humide, à l'extérieur de la pièce ;
- mouillage des faces mouillées de différentes plaques d'au moins un empilement du dispositif.

[Fig. 1]

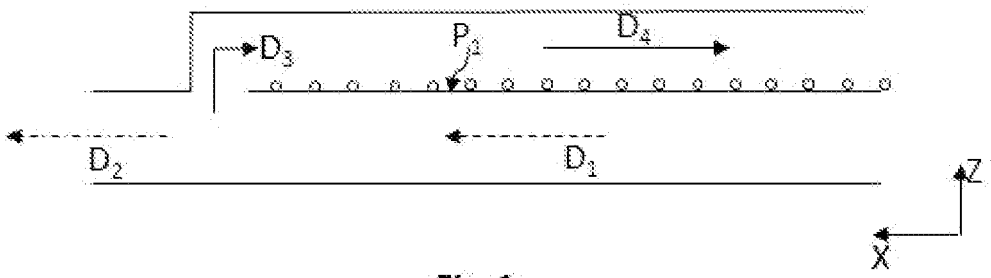


Fig. 1

[Fig. 2]

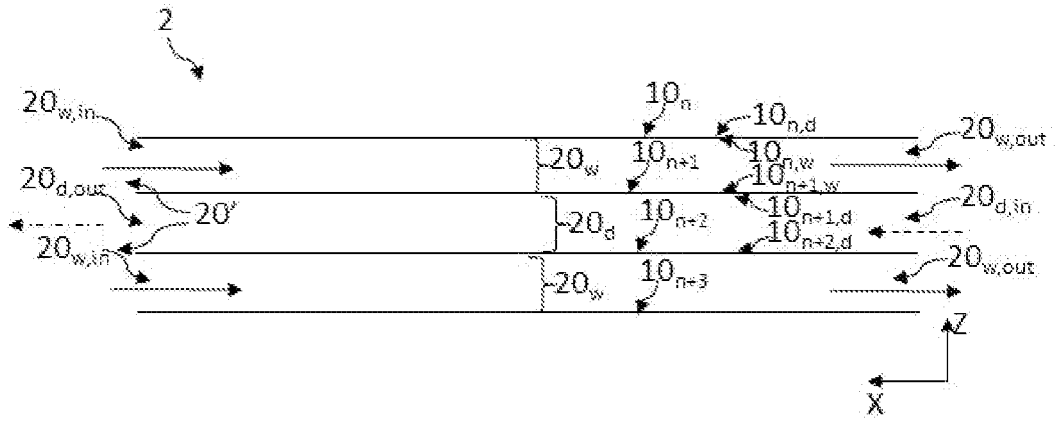


Fig. 2

[Fig. 3A]

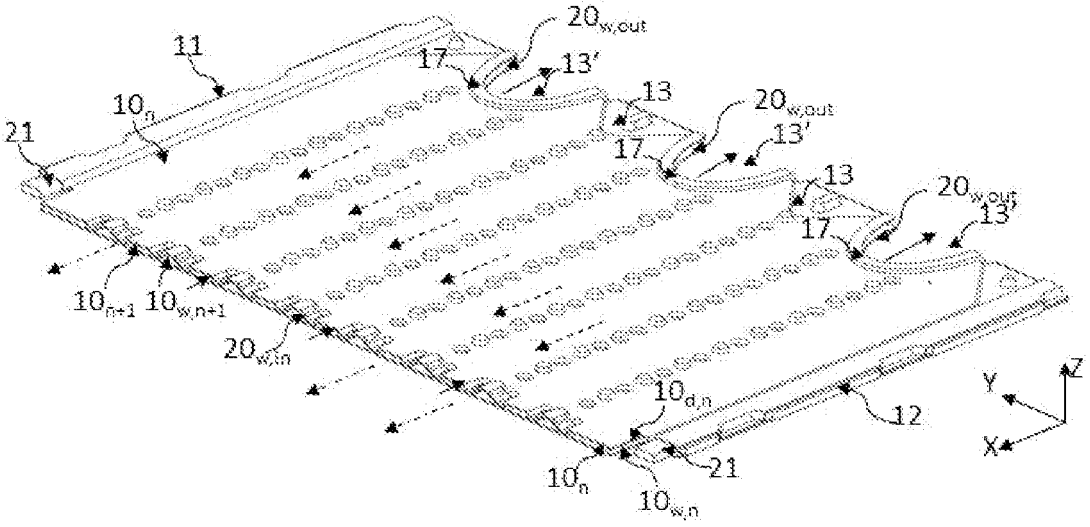


Fig. 3A

[Fig. 3B]

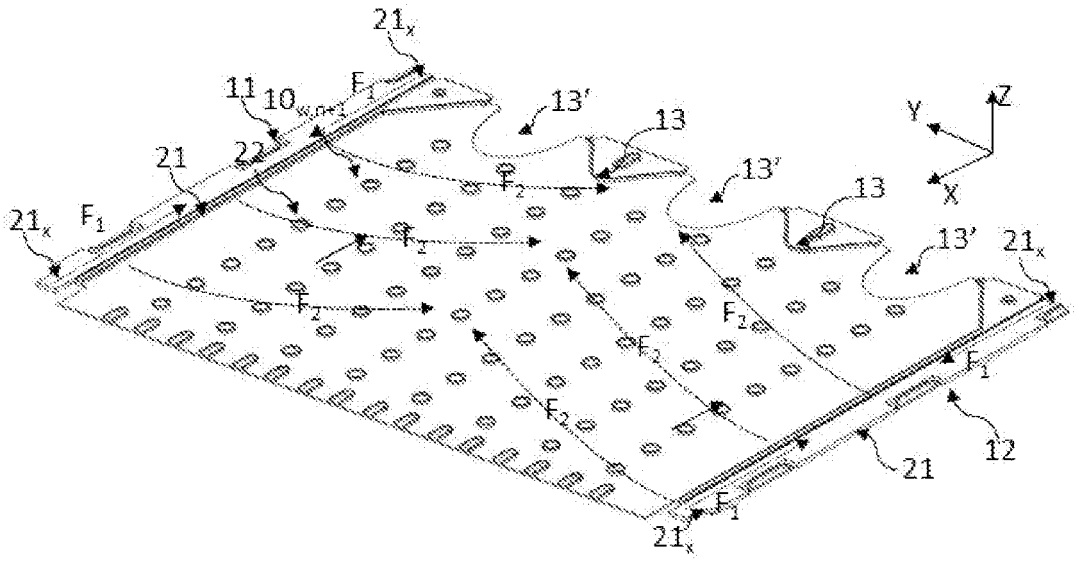

21x
11
10w,n+1
F1
13'
13
Y
Z
X
21
22
F2
13'
13
21x
F1
F2
13'
21x
F2
F2
F2
F1
F2
12
21
F1
21x

Fig. 3B

[Fig. 4]

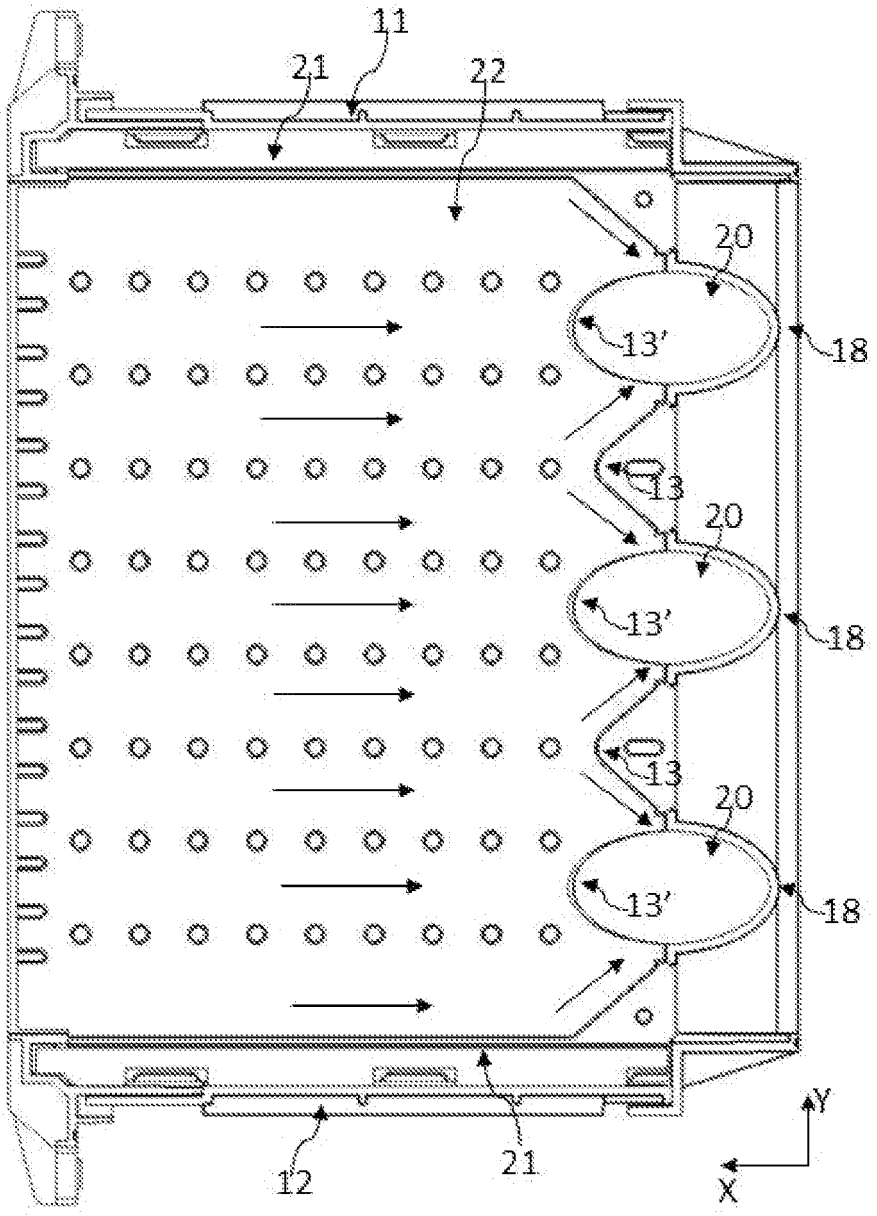


Fig. 4

[Fig. 5A]

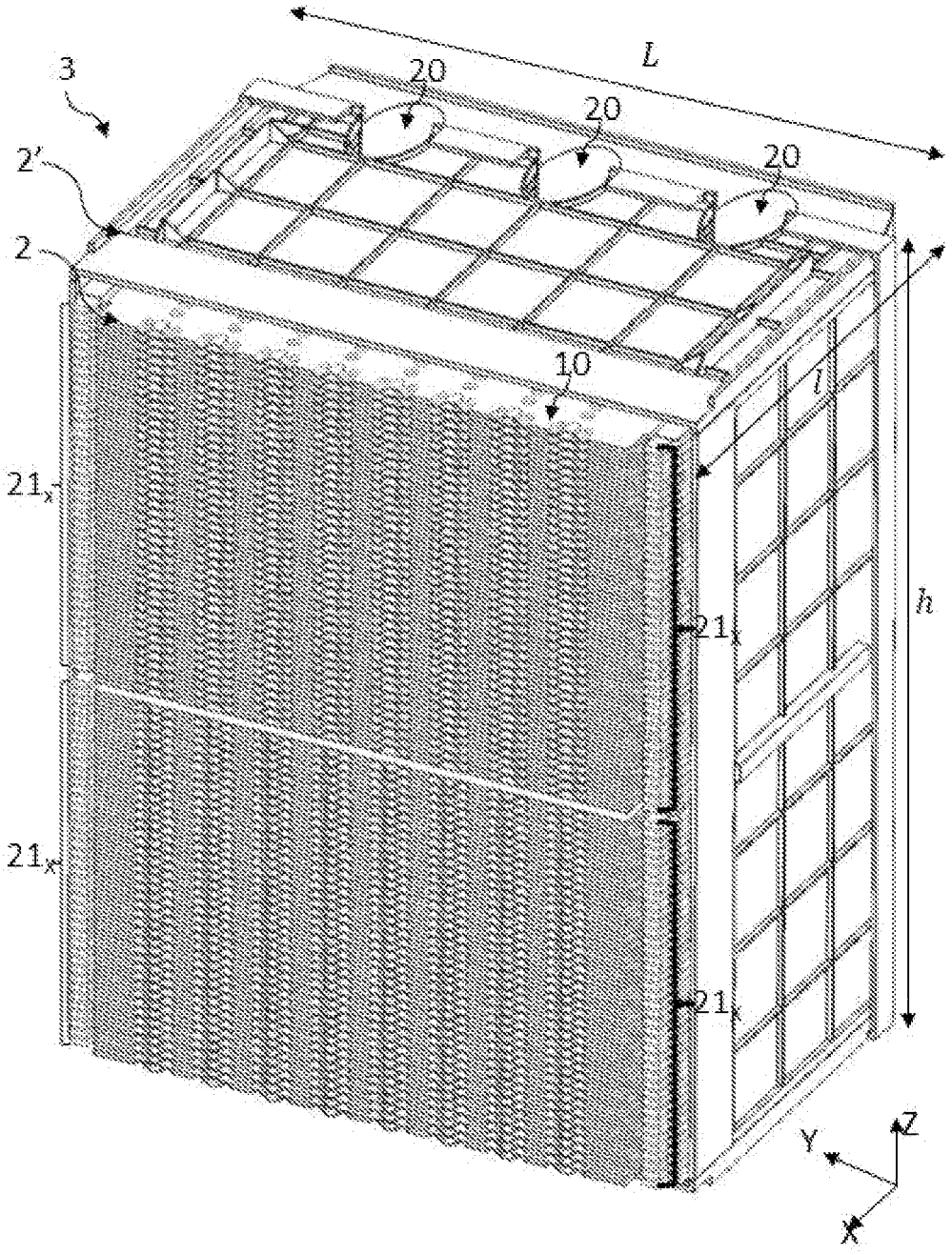


Fig. 5A

[Fig. 5B]

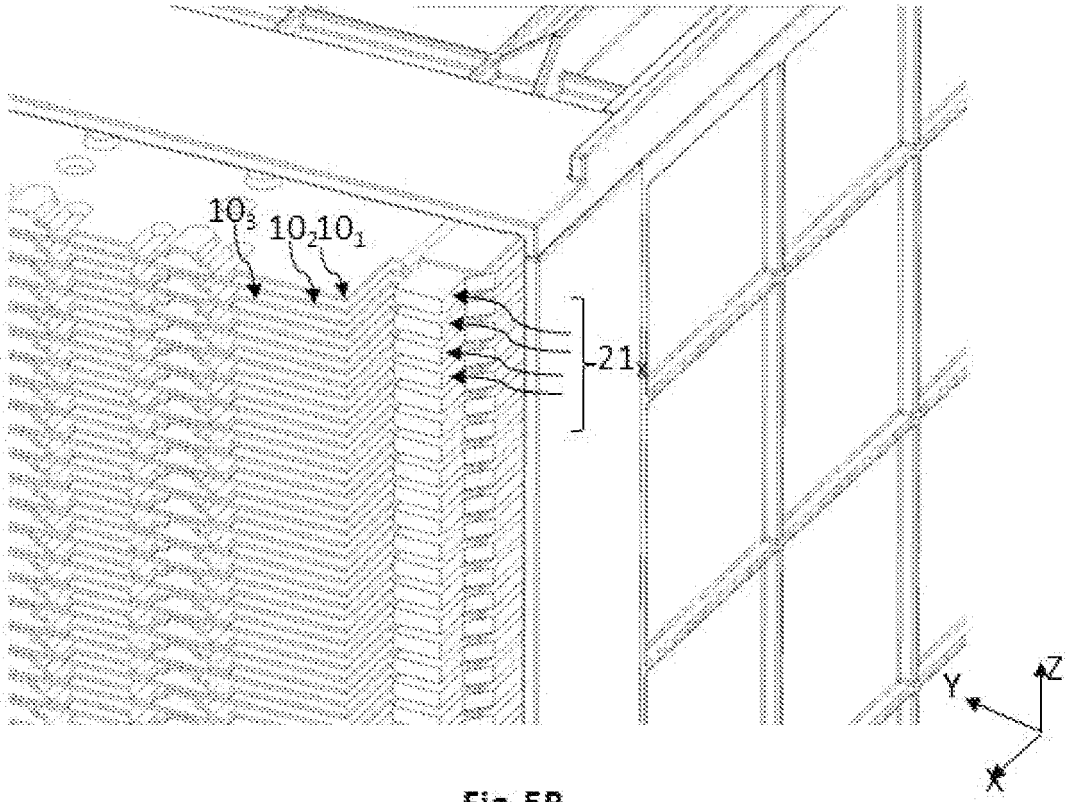


Fig. 5B

[Fig. 5C]

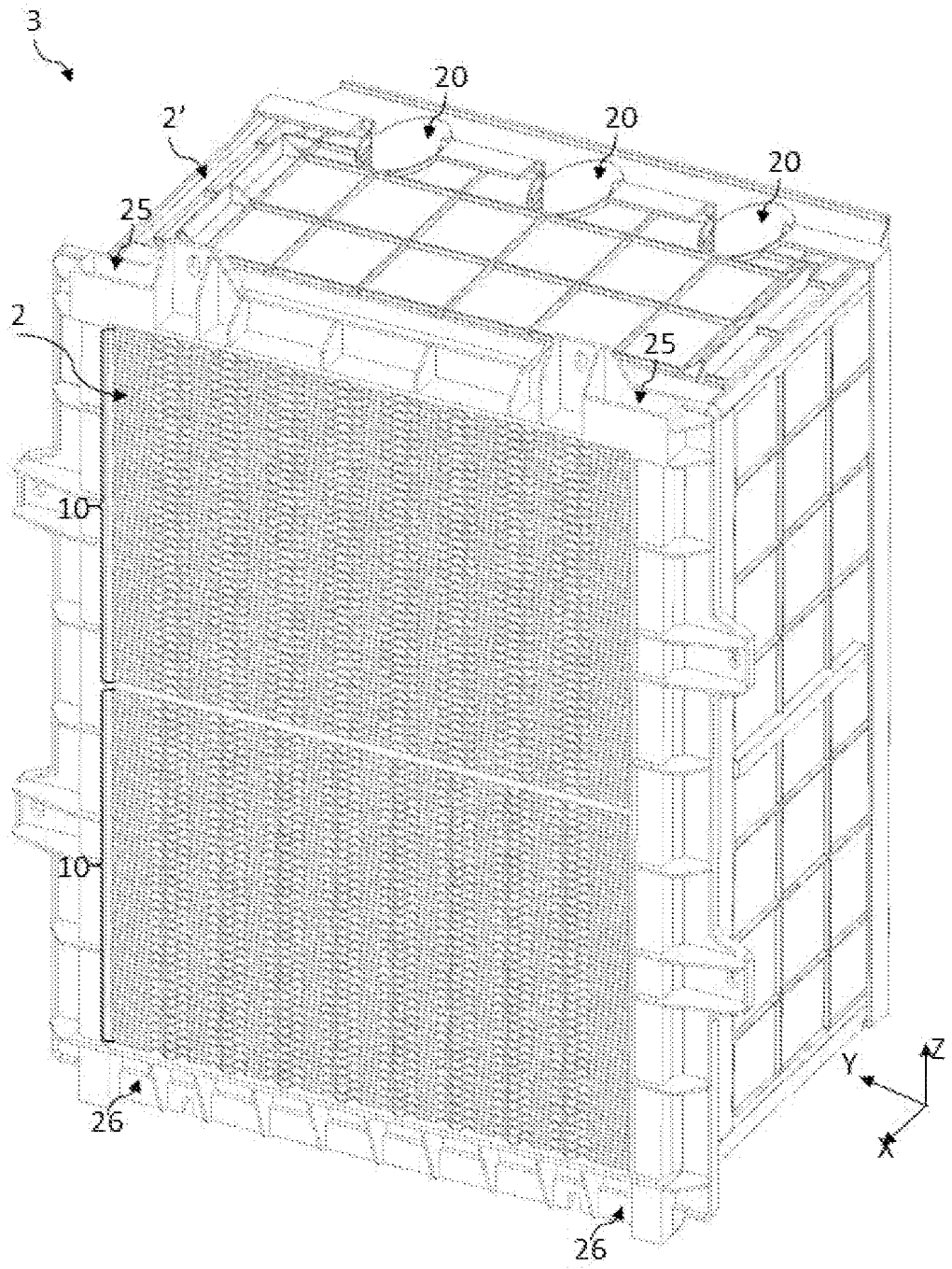


Fig. 5C

[Fig. 5D]

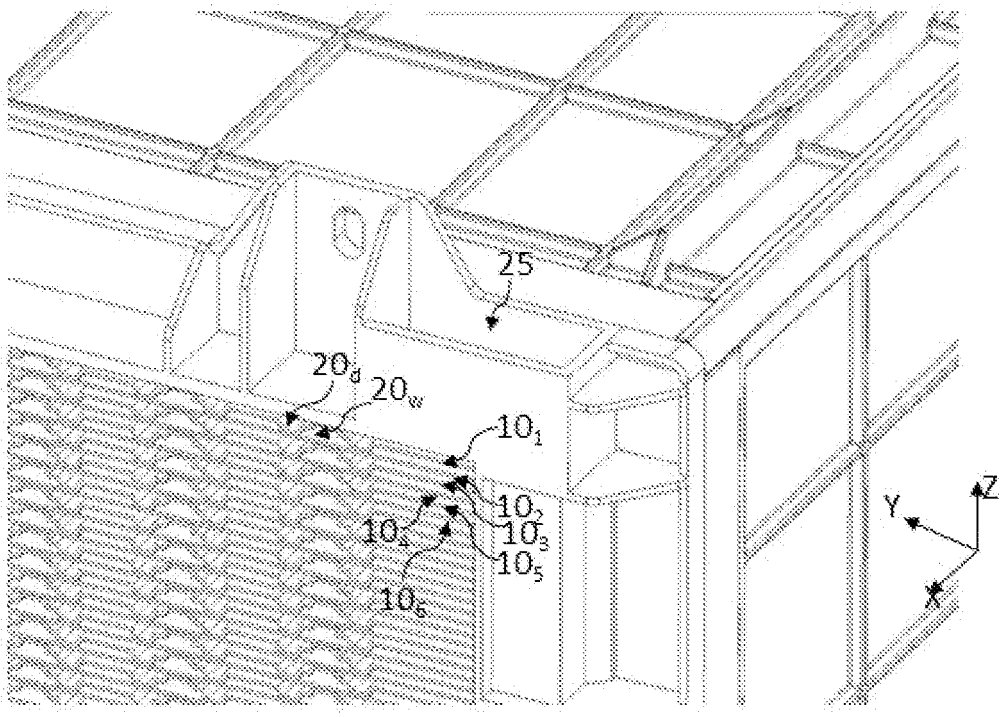


Fig. 5D

[Fig. 5E]

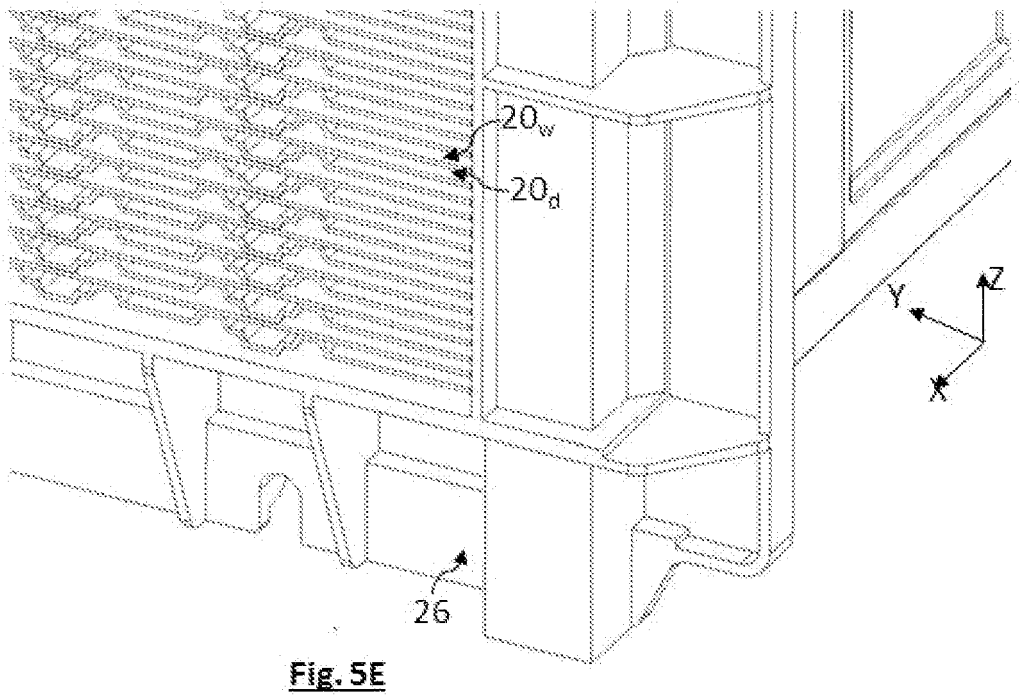


Fig. 5E

[Fig. 6A]

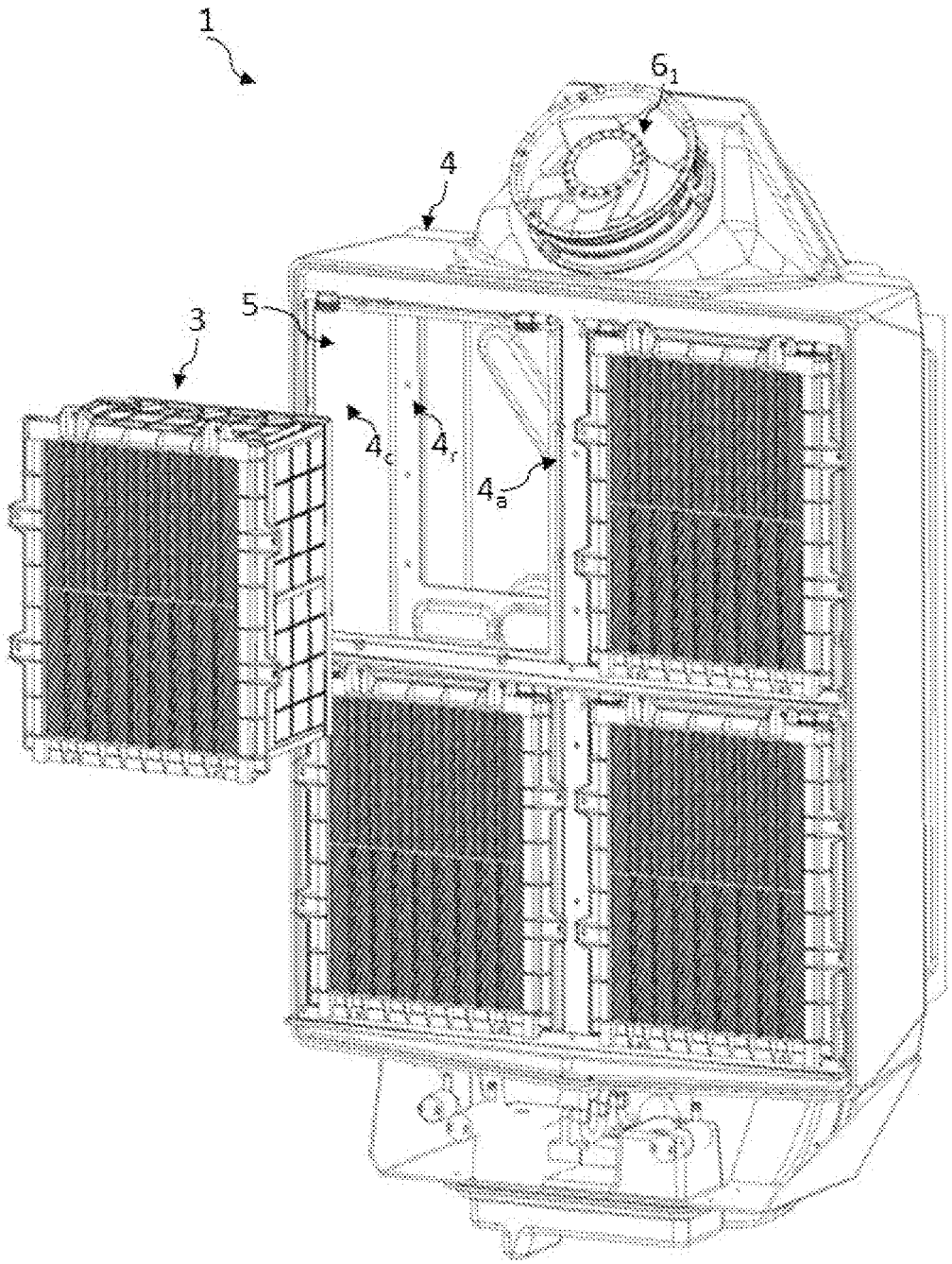


Fig. 6A

[Fig. 6B]

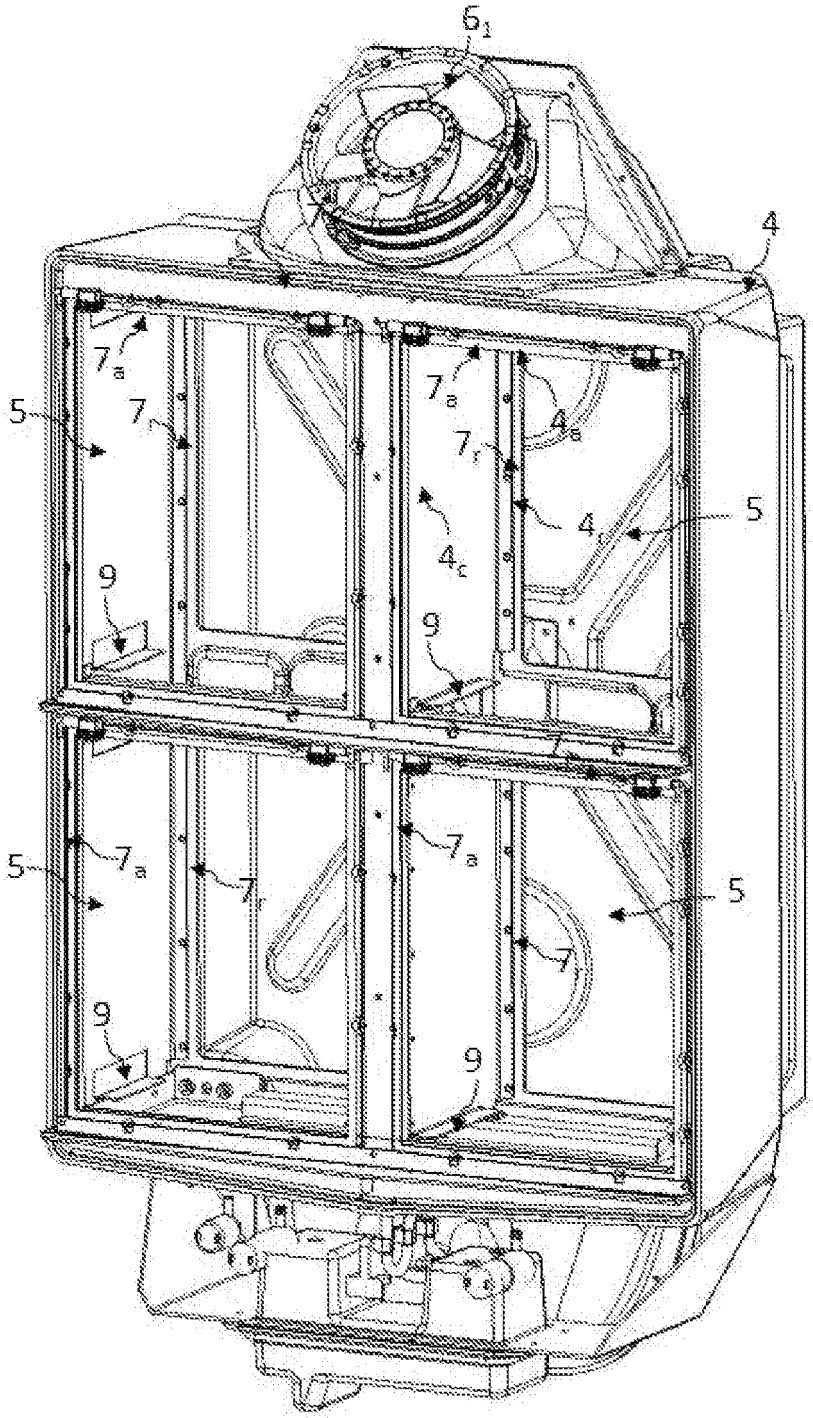


Fig. 6B

[Fig. 6C]

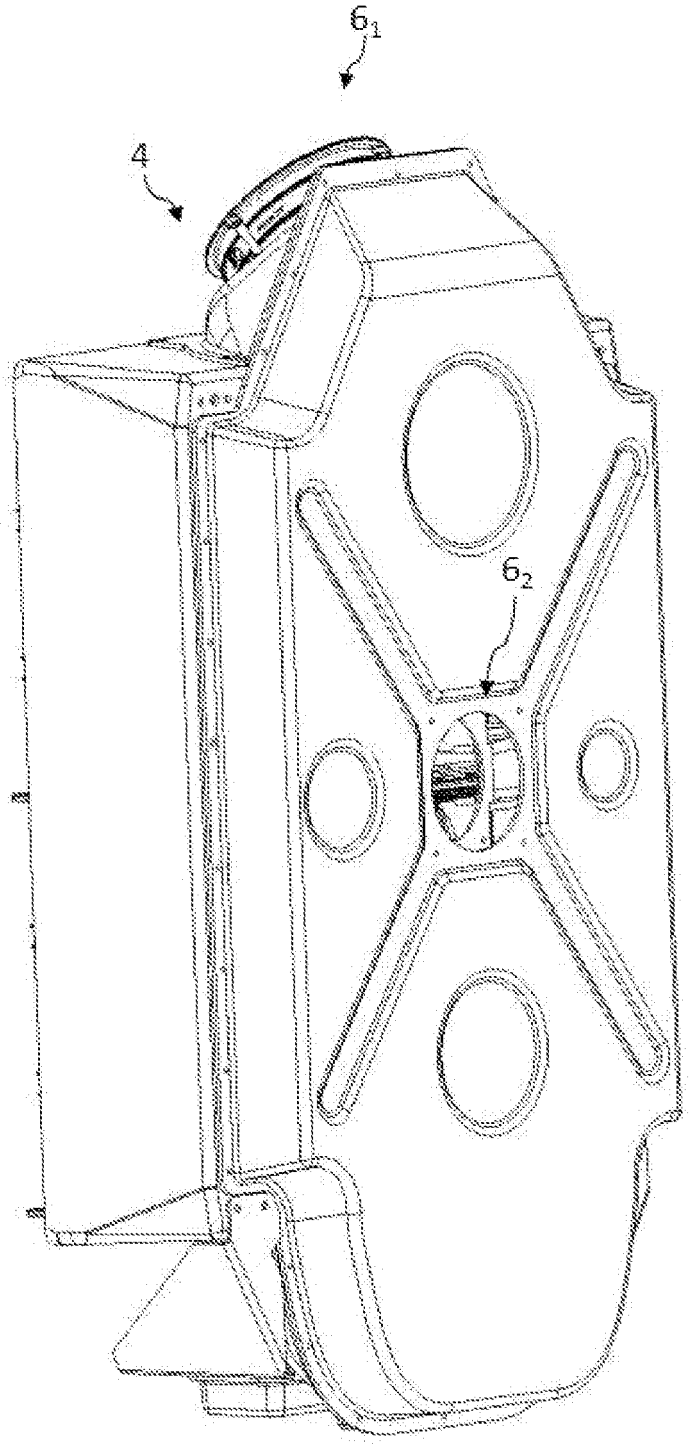


Fig. 6C

[Fig. 7]

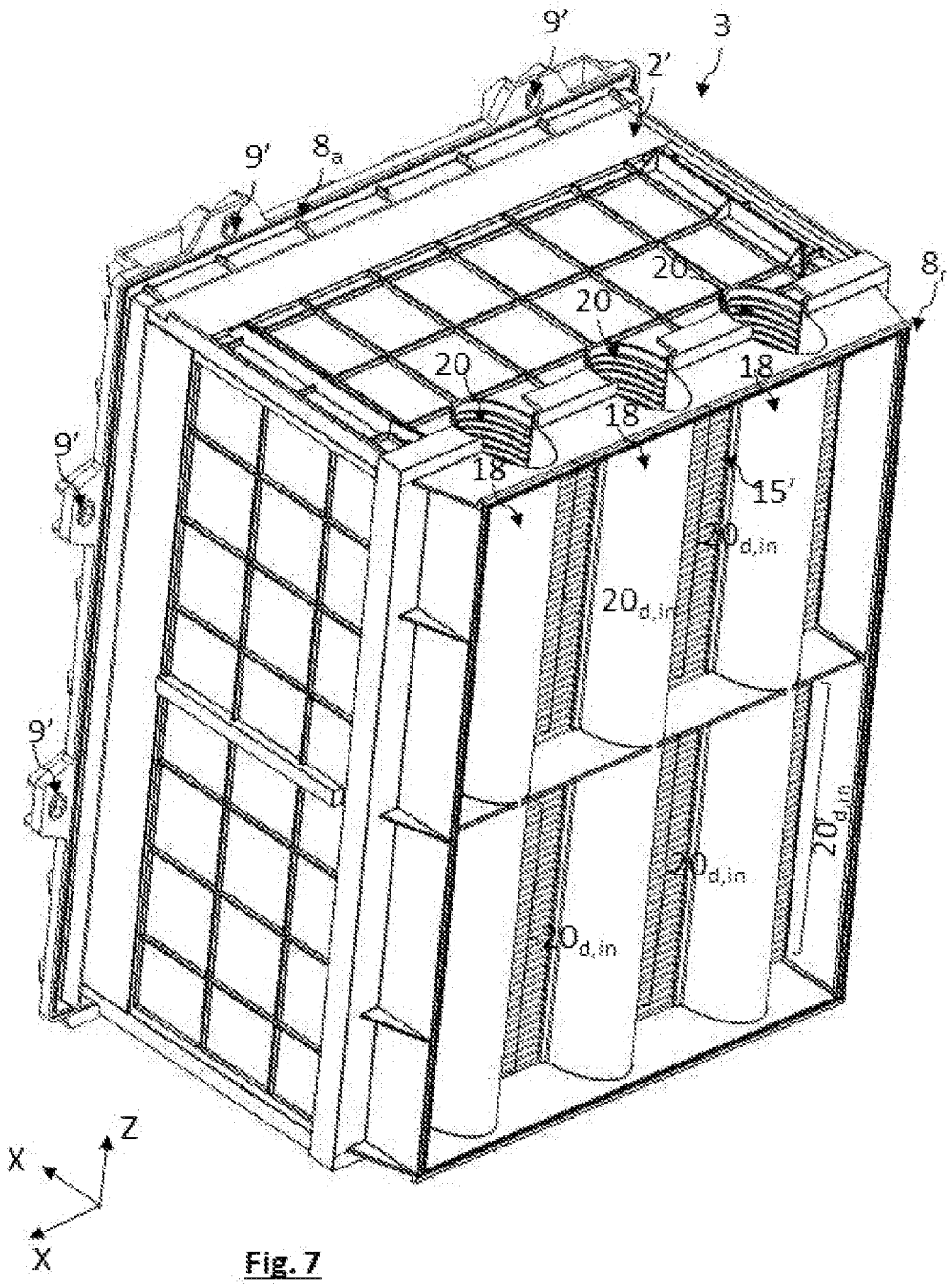

9'
3
2'
9'
8a
8r
20
20
20
18
18
18
9'
15'
20d,in
20d,in
9'
20d,in
20d,in
20d,in
Z
X
X

Fig. 7

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 917800
FR 2303721

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,D	WO 2022/184871 A1 (CAELI ENERGIE [FR]) 9 septembre 2022 (2022-09-09) * pages 2-20; figures 1-5 *	1-11	F24F 1/0067 F28C 3/08 F28F 3/08
A	CN 102 168 929 A (EARTHCLEAN TOHOKU CO LTD) 31 août 2011 (2011-08-31) * figures 1-15 *	1-11	
A	CN 113 932 333 A (UNIV JIANGSU) 14 janvier 2022 (2022-01-14) * figures 1-5 *	1-11	
A	US 2003/230092 A1 (LOWENSTEIN ANDREW [US] ET AL) 18 décembre 2003 (2003-12-18) * figures 1-7 *	1-11	
A	US 11 391 474 B2 (EPLEE DUSTIN [US]; ENERGY WALL LLC [US]) 19 juillet 2022 (2022-07-19) * figures 1-13 *	1-11	
A	WO 2016/134417 A1 (SEELEY INT PTY LTD [AU]) 1 septembre 2016 (2016-09-01) * figures 1-9 *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F24F

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
5 octobre 2023	Ismail, Youssef

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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

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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303721 FA 917800

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 **05-10-2023**
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
WO 2022184871 A1	09-09-2022	FR 3120424 A1	09-09-2022
		WO 2022184871 A1	09-09-2022
CN 102168929 A	31-08-2011	CN 102168929 A	31-08-2011
		JP 3159566 U	27-05-2010
		US 2011209858 A1	01-09-2011
CN 113932333 A	14-01-2022	CN 113932333 A	14-01-2022
		WO 2023030087 A1	09-03-2023
US 2003230092 A1	18-12-2003	AUCUN	
US 11391474 B2	19-07-2022	AUCUN	
WO 2016134417 A1	01-09-2016	AU 2016224139 A1	14-09-2017
		EP 3262365 A1	03-01-2018
		ES 2775509 T3	27-07-2020
		US 2018051896 A1	22-02-2018
		WO 2016134417 A1	01-09-2016

EPO FORM P0465