

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 142 796**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 12646**
⑤1 Int Cl⁸ : **F 26 B 23/10 (2023.01), F 26 B 9/06**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 Date de dépôt : 01.12.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.06.24 Bulletin 24/23.

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) : **WAYS INDUSTRIE SAS — FR.**

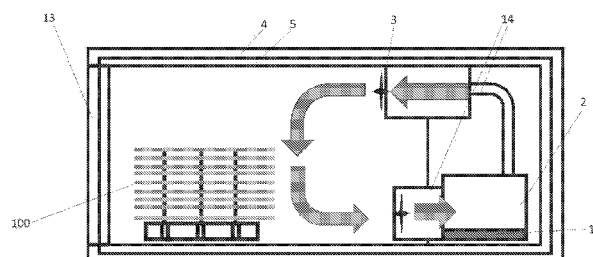
⑦2 Inventeur(s) : **CARMASSI Guillaume et RAOUL
YANN.**

⑦3 Titulaire(s) : **WAYS INDUSTRIE SAS.**

⑦4 Mandataire(s) : **IPON GLOBAL.**

⑤4 **Installation de séchage de bois modulaire.**

⑤7 L'installation de séchage de bois modulaire de type
conteneur fermé préfabriqué, comprend : -un module de
confinement (1) thermiquement isolé- des moyens de
chauffage (2) - des moyens de brassage d'air (3) ; -un
premier ensemble isolant externe tripartite (4),
comportant une couche externe para vapeur (41), et une couche interne
alvéolée (43) thermiquement isolante, comportant une alter-
nance de moyens de réfraction (45) et d'un matériau ther-
miquement isolant (44), et disposant d'un premier coefficient
de diffusivité thermique choisi λ_1 ainsi qu'une épaisseur
(E1) choisie ; -un second ensemble isolant interne (5), dis-
posée sur la face interne du premier ensemble isolant externe
(4), comportant une couche thermiquement isolante (51),
disposant d'un second coefficient de diffusivité thermique
choisi λ_2 et d'une épaisseur variable (E2) choisie, et d'une
couche para vapeur (52) orientée vers le volume interne
(11) du module de confinement (1).



FR 3 142 796 - A1



Description

Titre de l'invention : Installation de séchage de bois modulaire

- [0001] La présente invention concerne une installation de séchage de bois modulaire.
- [0002] Elle trouve une application générale dans le séchage de bois sur site de production, et plus particulièrement dans la limitation de la consommation énergétique du séchage de bois.
- [0003] De nombreux progrès ont été fait dans le domaine du séchage du bois, mais l'activité de séchage reste encore à ce jour une activité dont le bilan énergétique est écologiquement impactant.
- [0004] En effet, la problématique d'amélioration de la qualité du bois séché oblige en général à augmenter l'impact énergétique de ladite activité de séchage.
- [0005] On connaît des systèmes de séchage de type conteneurs ou box de séchage motorisés formant ossature, et disposant d'un système de séchage de matériaux en vrac grossiers, tels que les copeaux de bois, les grumes ou le grain. Ces systèmes comprennent une pompe à chaleur comportant des condensateurs et évaporateurs accessoires pour mieux maîtriser le séchage et l'énergie consommée.
- [0006] Ces systèmes de séchage de bois présentent l'inconvénient de présenter une déperdition énergétique coûteuse, et ne permet pas de s'assurer que le séchage du bois permette une régulation fine pour éviter un glaçage ou une fracture dudit bois à sécher et ainsi obtenir un bois structurellement qualitatif, et sont d'autant plus coûteux à fabriquer.
- [0007] On connaît aussi des systèmes de séchage tubulaires équipés d'un module de chauffage permettant d'économiser de l'énergie, de type pompe à chaleur, permettant de chauffer et refroidir. Avec le système de refroidissement, l'humidité sortante du bois est condensée et la chaleur résultante est utilisée pour chauffer l'installation. Le système est complété par un réservoir tampon, qui stocke une partie de l'énergie utilisée lors du séchage pour la réutiliser dans le cycle suivant.
- [0008] De tels systèmes de séchage tubulaires présentent l'inconvénient de nécessiter des pompes à chaleur de forte puissance pour soutenir le séchage, et leurs performances énergétiques de séchage varient fortement en fonction de l'environnement dans lequel ledit système de séchage est utilisé.
- [0009] Cette problématique est d'autant plus importante dans les pays froids et humides, puisque la puissance nécessaire pour chauffer et maintenir la température stable lors du séchage est d'autant plus importante que les températures externes sont basses, et oblige à une surconsommation énergétique tout en exposant le bois à sécher à des défauts de séchage.
- [0010] De tels systèmes tubulaires et de type conteneurs ont également pour inconvénient

majeur de ne pas disposer d'une régulation avancée des conditions internes de séchage, laquelle amène à une disparité de la qualité de séchage sur le même lot de bois à sécher, et ne permet pas d'avoir un bois uniformément exposé aux mêmes conditions internes de séchage.

[0011] La présente invention remédie à ces inconvénients.

[0012] L'invention porte sur une installation de séchage de bois modulaire de type conteneur fermé préfabriqué, comprenant :

- un module de confinement thermiquement isolé, apte à accueillir du bois à sécher disposant de moyens d'ouverture/fermeture formant porte, et dont le volume interne formant environnement de séchage est configuré pour être chauffé
- des moyens de chauffage configurés pour chauffer le volume interne du module de confinement formant environnement de séchage; et
- des moyens de brassage d'air configuré pour uniformiser thermiquement l'environnement de séchage.

Selon une définition générale de l'invention, l'installation de séchage modulaire comprend :

-un premier ensemble isolant thermique externe configuré pour isoler thermiquement le volume interne tout en permettant une résistance à l'usure limitant la variation de la capacité d'isolation thermique associée audit premier ensemble isolant externe;

-un second ensemble isolant interne, disposée sur la face interne du premier ensemble isolant externe, apte à empêcher la diffusion de la vapeur d'eau vers l'extérieur dudit module de confinement ;

en ce que

les premier et second ensembles isolants sont uniformément répartis autour du volume interne du module de confinement, les moyens d'ouverture/fermeture formant porte comprenant également une répartition uniforme des premier et second ensembles isolants sur toute la surface de la porte ; et

en ce que les moyens de chauffage comprennent un circuit fermé, configuré pour injecter l'air chaud dans le volume interne et extraire l'air chaud humide depuis le volume interne, pour permettre l'extraction d'eau, le chauffage et la réinjection de l'air déshumidifié dans l'environnement de séchage.

[0013] De manière surprenante, l'installation selon l'invention permet une isolation performante, adaptable à l'environnement et uniforme, qui en combinaison avec des moyens de séchage et de distribution d'air, permet d'uniformiser et de maîtriser finement l'environnement de séchage tout en réduisant drastiquement toute perte d'énergie thermique et ce peu importe l'environnement extérieur dans lequel l'installation de séchage est installée.

- [0014] En outre, un tel système permet la réduction des coûts de fabrication d'une installation de séchage tout en permettant d'être déployée facilement.
- [0015] En pratique, le premier ensemble isolant externe est tripartite comprenant une couche externe para vapeur étanche à l'air et à l'eau, et une couche interne alvéolée thermiquement isolante, comportant une alternance de moyens de réfraction et d'un matériau thermiquement isolant, ledit premier ensemble isolant externe tripartite disposant d'un premier coefficient de diffusivité thermique choisi λ_1 et d'une épaisseur E_1 choisie et dispose d'un premier coefficient de diffusivité choisi λ_1 inférieur ou égal à 0,045 W/m.K.
- [0016] En pratique, le second ensemble isolant interne comprenant une couche thermiquement isolante, définie par un second coefficient de conductivité thermique choisi λ_2 inférieur ou égal à 0,045 W/m.K et d'une épaisseur variable E_2 choisie, et d'une couche para vapeur orientée vers le volume interne du module de confinement.
- [0017] A titre d'exemple non limitatif, la couche thermiquement isolante du second ensemble isolant interne comprend un matériau isolant de type panneau sandwich.
- [0018] Selon un autre exemple non limitatif, le matériau thermiquement isolant de la couche interne alvéolée du second ensemble isolant interne appartient au groupe des matériaux thermiquement isolants de type mousse de polyéthylène.
- [0019] En pratique, les moyens de chauffage comprennent au moins une pompe à chaleur disposant d'un évaporateur apte à extraire l'énergie thermique depuis l'extérieur du système de séchage, et d'un condensateur apte à transférer l'énergie thermique extraite de l'environnement extérieur vers l'environnement de séchage.
- [0020] Selon un mode de réalisation conforme à l'invention, les moyens de chauffage de type pompe à chaleur comprennent en outre au moins un condensateur accessoire configuré pour favoriser le transfert d'énergie thermique depuis la pompe à chaleur vers l'environnement de séchage.
- [0021] Selon un autre mode de réalisation conforme à l'invention, les moyens de chauffage de type pompe à chaleur comprennent en outre au moins un évaporateur accessoire configuré pour favoriser l'extraction calorifique de l'environnement extérieur à ladite installation de séchage.
- [0022] Ces deux modes de réalisations sont combinables entre eux.
- [0023] En pratique, l'installation conforme à l'invention comprend en outre des moyens de suivi météorologique, configurés pour mesurer et enregistrer des paramètres météorologiques choisis du volume interne du module de confinement formant environnement de séchage et du bois à sécher.
- [0024] A titre d'exemple non limitatif, les paramètres météorologiques suivis et enregistrés par moyens de suivi météorologique appartiennent au groupe formé par : température du volume interne du module de confinement, humidité du volume interne du module

de confinement, température et humidité au cœur du bois à sécher, température et humidité en surface du bois à sécher, pression dans le volume interne.

- [0025] En pratique, l'installation de séchage conforme à l'invention comprend en outre des moyens d'ouverture/fermeture dont toute la surface comprend les premier et second ensembles isolants.
- [0026] En outre, les moyens d'ouverture fermeture disposent d'un joint pneumatique disposé au niveau des zones de contact avec le module de confinement, et configurés pour maintenir une étanchéité complète de l'environnement de séchage.
- [0027] Avantageusement, une telle répartition permet une isolation de performance uniforme en tout point du module de confinement.
- [0028] En pratique, l'installation selon l'invention comprend un coefficient de performance énergétique supérieur ou égal à deux.
- [0029] Avantageusement, un tel mode de fonctionnement permet de toujours s'assurer que le bilan énergétique total de l'installation soit optimisé.
- [0030] En pratique, le module de confinement est de type conteneur préfabriqué.
- [0031] Le Demandeur a observé qu'un tel format offrait une capacité de déplacement et de déploiement facilité dans n'importe quelle zone tout en offrant une ossature solide et résistante à des conditions extérieures diverses.
- [0032] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description et des dessins dans lesquels :
- [0033] [Fig.1] représente schématiquement l'installation de séchage sans portes conforme à l'invention ;
- [0034] [Fig.2] représente schématiquement une vue en coupe verticale de l'installation de séchage conforme à l'invention ;
- [0035] [Fig.3] représente schématiquement une vue en coupe d'une cloison de l'installation de séchage conforme à l'invention ;
- [0036] [Fig.4] représente schématiquement un mode de réalisation particulier conforme à l'invention ;
- [0037] [Fig.5] représente schématiquement un premier mode de réalisation particulier des moyens de chauffage de l'installation conforme à l'invention ;
- [0038] [Fig.6] représente schématiquement un second mode de réalisation particulier des moyens de chauffage de l'installation conforme à l'invention ; et
- [0039] [Fig.7] représente schématiquement l'installation de séchage en fonctionnement conforme à l'invention.
- [0040] En référence aux figures 1 à 7, l'installation de séchage modulaire conforme à l'invention comprend un module de confinement 1 thermiquement isolé, comportant un volume interne 11 formant environnement de séchage apte à accueillir du bois à sécher 100, des moyens de chauffage 2 configurés pour chauffer le volume interne 11

du module de confinement 1 formant environnement de séchage, et des moyens de brassage d'air 3 configurés pour uniformiser thermiquement l'environnement de séchage.

- [0041] Le module de confinement 1 est composé d'un bardage structurel 12 formant la couche superficielle extérieure dudit module de confinement 1.
- [0042] En pratique, le bardage structurel 12 est de type conteneur préfabriqué.
- [0043] Avantagusement, un format de type conteneur permet de faciliter le déplacement et la mise en place de l'installation de séchage par des moyens de levages usuels et ainsi moduler la position de ladite installation au plus proche des zones de production du bois.
- [0044] L'installation de séchage comprend en outre une ossature en aluminium fixée sur la face interne du bardage structurel 12, disposant d'une face externe 13A et d'une face interne 13B, lesdites faces externe 13A et interne 13B délimitant un espace interstitiel apte à accueillir un premier ensemble isolant externe tripartite 4, et un second ensemble isolant interne 5.
- [0045] En pratique, l'espace interstitiel est uniformément formé sur toute la surface interne du bardage structurel 12.
- [0046] Le premier ensemble isolant externe tripartite 4 du module de confinement est disposé au contact de la face externe 13A de l'ossature, et dispose d'une couche externe para vapeur 41 étanche à l'air et à l'eau, et une couche interne alvéolée 43 thermiquement isolante.
- [0047] Le premier ensemble isolant externe tripartite 4 est défini par un premier coefficient de conductivité thermique choisi λ_1 et d'une épaisseur E_1 choisie.
- [0048] On définit le coefficient de conductivité thermique λ comme la capacité d'un matériau à diffuser la chaleur dans les milieux sans déplacement macroscopique de matière. C'est le rapport de l'énergie thermique (quantité de chaleur) transférée par unité de temps (donc homogène à une puissance, en watts) et de surface au gradient de température.
- [0049] En pratique, le coefficient de diffusivité thermique choisi λ_1 est inférieur ou égal à 0,045 W/(m.K).
- [0050] A titre d'exemple non limitatif, le premier ensemble isolant externe tripartite 4 dispose d'une épaisseur E_1 de 40mm.
- [0051] En pratique, la couche interne alvéolée 43 comprend une alternance de moyens de réflexion 45 et d'un matériau thermiquement isolant 44.
- [0052] Selon un mode de réalisation, les moyens de réflexions 45 sont disposés parallèlement par rapport au bardage structurel 12.
- [0053] En outre, le matériau thermiquement isolant 44 de la couche interne alvéolée 43 est disposé entre les moyens de réflexion 45 sous la forme d'une structure en zig-zag

configuré pour permettre la présence d'espaces interstitiels formant alvéoles permettant la présence d'air dans ledit premier ensemble isolant externe tripartite 4.

- [0054] A titre d'exemple non limitatif, le matériau thermiquement isolant 44 de la couche interne alvéolé 43 du premier ensemble isolant externe 4 appartient au groupe des matériaux thermiquement isolants de type mousse de polyéthylène.
- [0055] Le Demandeur a observé que la structure du premier ensemble isolant externe 4 permet d'isoler thermiquement de manière performante le volume interne 11 du module de confinement 1 tout en minimisant l'impact des conditions météorologiques et des variations de températures autour de l'installation de séchage sur la température moyenne du volume interne 11.
- [0056] Avantageusement, premier ensemble isolant externe 4 permet en outre, notamment grâce à sa couche paravapeur et sa composition de constituer un ensemble léger, de durée de vie importante, et doté d'une résistance à l'usure, de sorte qu'une dégradation liée aux conditions météorologiques soit réduite de sorte que la variation de la capacité d'isolation thermique associée audit premier ensemble isolant externe tripartite 4.
- [0057] Le module de confinement 1 comprend en outre un second ensemble isolant interne 5, disposé entre la face interne du premier ensemble isolant externe 4 et la face interne 13B de l'ossature.
- [0058] Ledit second ensemble isolant interne 5 comprend une couche thermiquement isolante 51, ainsi qu'une couche para vapeur 52 orientée vers face interne 13B de l'ossature, et configurée pour empêcher la diffusion de la vapeur d'eau vers l'extérieur dudit module de confinement 1.
- [0059] Le second ensemble isolant interne 5 dispose en outre d'un second coefficient de diffusivité thermique choisi λ_2 et d'une épaisseur variable E2 choisie.
- [0060] En pratique, le coefficient de diffusivité thermique choisi λ_2 est inférieur ou égal à 0,045 W/(m.K).
- [0061] A titre d'exemple non limitatif, le second ensemble isolant interne 5 dispose d'une épaisseur E2 comprise entre 40mm et 80mm.
- [0062] En fonction des conditions météorologiques de la zone d'utilisation de l'installation de séchage conforme à l'invention, l'épaisseur E2 est variables.
- [0063] A titre d'exemple non limitatif, une épaisseur de 40mm sera indiquée pour des zones ou les températures plus basses sont supérieures à 5°C, et une épaisseur de 80mm pour des zones ou les températures plus basses sont de l'ordre de 5°C à -10 °C.
- [0064] A titre d'exemple non limitatif, la couche thermiquement isolante 51 du second ensemble isolant interne 5 comprend un matériau isolant de type panneau sandwich.
- [0065] On entend par panneau sandwich, un panneau constitué d'un parvis isolant en mousse de polyuréthane compris entre deux feuilles d'acier galvanisé rélaquées.
- [0066] Avantageusement, une telle variation d'épaisseur permet de standardiser la puissance

minimale et maximale des moyens de chauffage et ainsi stabiliser la consommation énergétique de l'installation pour un environnement externe donné et ainsi permettre à l'installation de séchage d'être adaptable à l'environnement dans laquelle elle est installée.

- [0067] Le Demandeur a observé que la couche para vapeur 52 orientée vers face interne 13B de l'ossature, et configurée pour empêcher la diffusion de la vapeur d'eau vers l'extérieur dudit module de confinement 1, permet de protéger les deux ensembles isolants 4,5 des conditions du volume interne 11 lors du séchage, lequel est saturé en vapeur d'eau et autres agents, et de l'environnement externe, permettant ainsi d'allonger la période d'efficacité d'isolation thermique.
- [0068] En pratique, les premier et second ensembles isolants 4, 5 étant uniformément réparti autour du volume interne 11 du module de confinement 1 de manière que le volume interne 11 dispose d'une isolation uniforme à 360° afin que l'énergie thermique transférée par les moyens de chauffage 2 et distribuée par les moyens de brassage d'air 3 soit uniforme, ou quasi-uniforme sur l'ensemble dudit volume interne 11.
- [0069] Avantagement, une telle uniformité de distribution de la température permet d'obtenir un séchage uniforme et de qualité, et aide à minimiser tout dommage macroscopique sur le bois séché lié à une différence de température trop importante entre deux points d'un lot de bois à sécher.
- [0070] Le module de confinement 1 comprend en outre des moyens d'ouverture/fermeture formant porte, configurés pour permettre l'accès au volume interne 11 à l'état ouvert et ainsi insérer ou extraire le bois 100 objet du séchage, et sceller ledit volume interne 11 en position fermée pour permettre le contrôle de l'environnement de séchage.
- [0071] En pratique, les moyens d'ouverture/fermeture comprennent au moins une porte.
- [0072] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, la porte comprend deux volets pivotants chacun autour d'un axe vertical.
- [0073] En pratique, toute la surface des moyens d'ouverture/fermeture comprend une ossature dans laquelle les premier et second ensembles isolants sont fixés dans les mêmes conditions que le reste du module de confinement 1.
- [0074] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, les moyens d'ouverture fermeture disposent d'au moins un joint pneumatique disposé au niveau des zones de contact avec le reste du module de confinement, configurés pour maintenir une étanchéité complète de l'environnement de séchage et ainsi participer à l'uniformité de l'isolation thermique autour du volume interne 11 formant environnement de séchage.
- [0075] En outre, une telle disposition permet un meilleur contrôle de la température interne du module de confinement 1, avec une perte calorifique minimale, et ainsi améliorer le bilan énergétique de fonctionnement de l'installation de séchage.
- [0076] L'installation de séchage comprend en outre des moyens de chauffage 2 énergé-

tiquement optimisés et chauffant le volume interne dans lequel l'air chauffé injecté et évacué circule en circuit fermé.

- [0077] En pratique, les moyens de chauffage 2 comprennent au moins une pompe à chaleur 21.
- [0078] Chaque pompe à chaleur 21 dispose d'un évaporateur 22 apte à extraire l'énergie thermique depuis l'extérieur du système de séchage par extraction calorifique via un agent caloporteur choisi, et d'un condensateur 23 apte à transférer l'énergie thermique extraite de l'environnement extérieur vers l'environnement de séchage.
- [0079] A titre d'exemple non limitatif, l'agent caloporteur est le R513a.
- [0080] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, plusieurs pompes à chaleur 21 peuvent être montées en cascade de manière à augmenter la puissance délivrée dans le volume interne.
- [0081] Selon un premier mode de réalisation particulier de l'invention, chaque pompe à chaleur 21 comprend au moins un condensateur accessoire 24 configuré pour favoriser le transfert de la chaleur depuis la pompe à chaleur 21 vers l'environnement de séchage.
- [0082] Selon un second mode de réalisation particulier de l'invention, chaque pompe à chaleur 21 comprend en outre au moins un évaporateur accessoire 25 configuré pour favoriser la baisse de température pour efficacement collecter des calories de l'environnement extérieur audit système de séchage.
- [0083] Selon un troisième mode de réalisation particulier de l'invention, chaque pompe à chaleur 21 comprend en outre au moins un évaporateur accessoire 25 et au moins un condensateur accessoire 24.
- [0084] En pratique les moyens de chauffage 2 comprennent au moins une pompe à chaleur 21, dont l'énergie calorifique extraite est transférée sous forme d'énergie thermique par au moins un des condensateur 23,24 dans une zone d'échange thermique à un module de circulation d'air chaud 14 relié au volume interne 11.
- [0085] Le module de circulation d'air chaud 14, dispose d'un conduit en boucle fermée équipé de résistances chauffantes 26, configurée pour compenser les baisses d'extraction calorifique en cas de variations trop importante de la température extérieure à l'installation de séchage, ledit module de circulation d'air chaud 14 comprenant en outre des moyens d'injection d'air chaud 29.
- [0086] En pratique les moyens d'injection d'air chaud 29 sont constitués par au moins un ventilateur permettant la circulation de l'air chaud depuis la pompe à chaleur 21 jusqu'au volume interne 11 formant environnement de séchage du bois à sécher 100 dans ledit module de circulation d'air chaud 14.
- [0087] Avantageusement, la/les pompes à chaleurs 21 en combinaison avec le module de circulation d'air chaud 14 permet l'injection d'air chaud dans le volume interne à hy-

grométrie constante. Un tel avantage technique permet en outre d'éviter l'utilisation d'une ligne d'humidification dans le module de confinement 1.

- [0088] Le Demandeur a également observé que l'injection d'air chaud à hygrométrie constante permet l'obtention d'une homogénéité de l'air ambiant de l'environnement de séchage, et par conséquent une homogénéité de séchage dans le volume interne 11.
- [0089] En outre, du fait de l'homogénéité de séchage, le bois à sécher se déforme peu lors de l'opération de séchage.
- [0090] Le module de circulation d'air chaud 14 comprend en outre un conduit d'évacuation configuré pour permettre la circulation de l'air depuis l'environnement de séchage jusqu'à la zone d'échange thermique de la ou les pompes à chaleur 21.
- [0091] En pratique, le module de circulation d'air chaud 14 permet en outre l'évacuation de l'air chaud saturé de vapeur d'eau au cours d'une opération de séchage du bois, permettant en outre d'utiliser la pompe à chaleur 21 comme un moyen de condensation de ladite vapeur d'eau pour permettre la séparation de l'eau de séchage accumulée et la réinjection de l'air dans les moyens de chauffage 2 pour être à nouveau injecté dans le volume interne 11.
- [0092] En pratique, l'installation de séchage comprend un réservoir 15 de condensation configurée pour recevoir l'eau condensée à partir de la vapeur d'eau présente dans l'air extrait du volume interne, et à évacuer l'eau de ladite installation.
- [0093] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, les moyens d'injection d'air chaud 29 sont configurés pour permettre une variation de la vitesse de circulation de l'air chaud dans le mode de circulation. Avantagusement, la combinaison d'une pompe à chaleur 21 et du module de circulation d'air chaud 14 permet de maîtriser l'humidité de l'air injecté dans le volume interne 11, et contrôler l'extraction de l'air l'humidifié depuis l'environnement de séchage.
- [0094] L'installation de séchage conforme à l'invention comprend en outre des moyens de suivi météorologique 6, configuré pour mesurer et enregistrer des paramètres météorologiques choisis du volume interne du module de confinement formant environnement de séchage et du bois à sécher.
- [0095] En pratique, les paramètres météorologiques suivis et enregistrés par moyens de suivi météorologique, appartiennent au groupe formé par température du volume interne du module de confinement, humidité du volume interne du module de confinement, température et humidité au cœur du bois à sécher, température et humidité en surface du bois à sécher, pression dans le volume interne 11, ou une combinaison des paramètres précités.
- [0096] En pratique les moyens de suivi métrologiques comprennent au moins une sonde de température, une sonde de mesure de l'humidité du volume interne 11, au moins 3 sondes de mesure de l'humidité et au moins 3 sondes de mesure de température en

surface et à cœur du bois à sécher 100, de manière à précisément suivre l'opération de séchage.

- [0097] Avantageusement une mesure de l'humidité et de la température en surface du bois à sécher et en son cœur permet une régulation des conditions de séchage par l'unité de contrôle à partir de seuil d'hygrométrie/humidité du bois, lequel permet en outre de rétro réguler l'activité des moyens de chauffage 2 et du module de circulation d'air chaud 14.
- [0098] Le Demandeur a également observé que la mesure en surface et à cœur du bois de la température et l'humidité permettait d'éviter le phénomène de glaçage de la partie superficielle du bois à sécher 100, le glaçage formant une croûte sur le bois et empêchant l'eau à cœur de s'échapper.
- [0099] A titre d'exemple non limitatif, les moyens de suivi météorologique 6 permettant le suivi de la température appartiennent aux sondes PT100.
- [0100] A titre d'exemple non limitatif, les moyens de suivi météorologique 6 permettant le suivi de l'humidité appartiennent aux sondes EMC.
- [0101] Selon un mode optimal de réalisation de l'invention, les moyens de suivi météorologiques 6 disposés dans le module de confinement 1 comprennent n sondes PT100 et n sondes EMC disposés transversalement et radialement sur la surface interne du module de confinement 1, de manière régulière et dans les points morts de type coins (valeurs critiques), où n est un entier supérieur à 1.
- [0102] A titre d'exemple non limitatif, les moyens de suivi météorologiques 6 comprennent en outre au moins une sonde de mesure de la pression dans le volume interne 11 du module de confinement 1.
- [0103] Avantageusement, la mesure de la pression dans le volume interne 11 du module de confinement permet de s'assurer que l'environnement de séchage est toujours inférieur ou égale à la pression atmosphérique, de manière à maximiser l'extraction d'eau du bois à sécher.
- [0104] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'installation de séchage comprend en outre des volets de surpression configurés pour évacuer la pression excédentaire au-delà d'un seuil défini.
- [0105] L'installation de séchage selon l'invention comprend en outre des moyens de brassage d'air 3, disposés en position haute dans le volume interne 11 du module de confinement et configurés pour brasser l'air chaud dans l'environnement de séchage et ainsi uniformiser la température dans le volume interne 11.
- [0106] Selon un mode de réalisation particulier, des réflecteurs thermiques sont disposés sur toute surface angulaire du volume interne 11 du module de confinement afin de réduire les variations de température entre les points critiques tels que les angles et le reste du volume interne 11.

- [0107] On définit le coefficient de performance énergétique comme le ratio entre énergie produite et énergie dépensée par l'installation.
- [0108] Le Demandeur a également observé qu'une telle combinaison de moyens techniques permet à l'installation de séchage de maintenir un coefficient de performance énergétique supérieur ou égal à deux en toutes conditions.
- [0109] A titre d'exemple, l'installation de séchage permet de maintenir un coefficient de performance énergétique supérieur ou égal à 3, supérieur ou égal à 3,5, ou supérieur ou égal à 4.
- [0110] En outre, le coefficient de performance énergétique COP dépend de la température extérieure, de la puissance calorifique fournie par les moyens de chauffage 2 et la puissance absorbée.
- [0111] En circuit fermée, le coefficient de performance énergétique COP est asymptotique car c'est le rapport en puissance calorifique fournie / la puissance absorbée desdits moyens de chauffage 2 qui conduit à des variations.
- [0112] Avantageusement, l'installation de séchage selon l'invention permet d'assurer une régulation fine du séchage du bois pour éviter un glaçage ou une fracture dudit bois à sécher et ainsi obtenir un bois structurellement qualitatif.
- [0113] Le Demandeur a également observé que l'installation de séchage conforme à l'invention permet de stabiliser les performances énergétiques de séchage et ainsi réduire les variations desdites performances énergétiques de séchage liées aux conditions extérieure dans lequel l'installation de séchage est utilisée.
- [0114] Enfin, la combinaison d'une isolation particulière, et d'une régulation fine du chauffage et de la dépense énergétique, tout en assurant une uniformité de l'environnement intérieur de séchage permet de limiter la disparité de la qualité de séchage sur le même lot de bois à sécher, et permet d'avoir un bois uniformément exposé aux mêmes conditions internes de séchage, lesdites opérations de séchage du bois ne sacrifiant pas le bilan énergétique total au profit de la qualité ou de la vitesse de séchage.

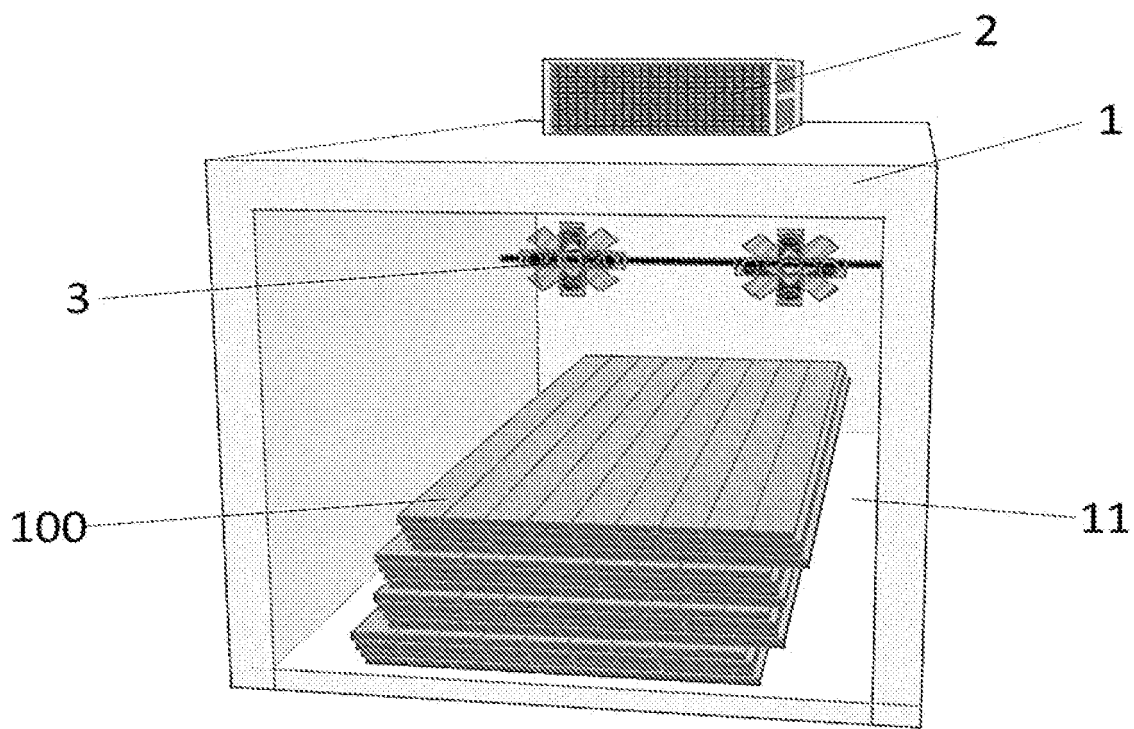
Revendications

- [Revendication 1] Installation de séchage de bois modulaire de type conteneur fermé pré-fabriqués, comprenant :
- un module de confinement (1) thermiquement isolé, apte à accueillir du bois à sécher (100) disposant de moyens d'ouverture/fermeture formant porte, et dont le volume interne (11) formant environnement de séchage est configuré pour être chauffé;
 - des moyens de chauffage (2) configurés pour chauffer le volume interne (11) du module de confinement (1) formant environnement de séchage;
 - des moyens de brassage d'air (3) configurés pour uniformiser thermiquement l'environnement de séchage ;
- caractérisée en ce que le module de confinement (1) thermiquement isolé comprend :
- un premier ensemble isolant thermique externe (4) configuré pour isoler thermiquement le volume interne (11) tout en permettant une résistance à l'usure limitant la variation de la capacité d'isolation thermique associée audit premier ensemble isolant externe (4);
 - un second ensemble isolant interne (5), disposée sur la face interne du premier ensemble isolant externe (4), apte à empêcher la diffusion de la vapeur d'eau vers l'extérieur dudit module de confinement (1) ;
- en ce que
- les premier et second ensembles isolants (4, 5) sont uniformément répartis autour du volume interne (11) du module de confinement (1), les moyens d'ouverture/fermeture formant porte comprenant également une répartition uniforme des premier et second ensembles isolants (4,5) sur toute la surface de la porte ; et
- en ce que les moyens de chauffage (2) comprennent un circuit fermé, configuré pour injecter l'air chaud dans le volume interne (11) et extraire l'air chaud humide depuis le volume interne (11), pour permettre l'extraction d'eau, le chauffage et la réinjection de l'air déshumidifié dans l'environnement de séchage.
- [Revendication 2] Installation de séchage selon la revendication 1, caractérisée en ce que le premier ensemble isolant externe (4) est tripartite comprenant une couche externe para vapeur (41) étanche à l'air et à l'eau, et une couche interne alvéolée (43) thermiquement isolante, comportant une alternance de moyens de réfraction (45) et d'un matériau thermiquement isolant

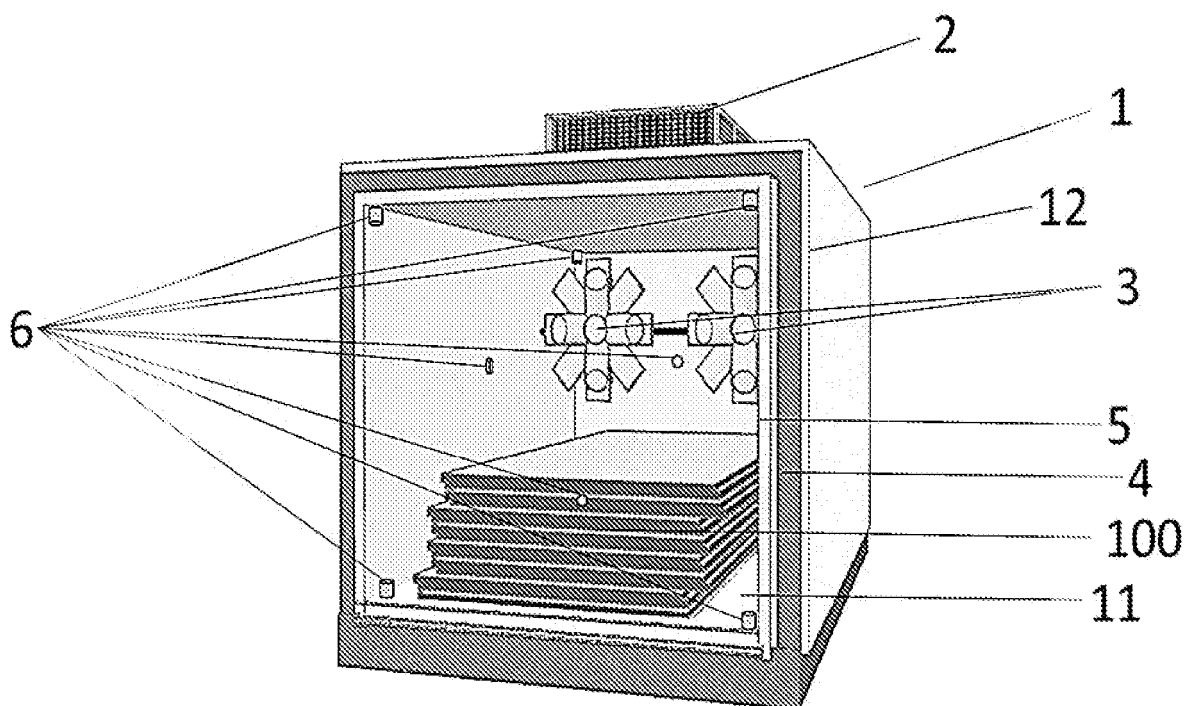
- (44), ledit premier ensemble isolant externe tripartite (4) disposant d'un premier coefficient de diffusivité thermique choisi λ_1 et d'une épaisseur (E1) choisie et dispose d'un premier coefficient de diffusivité choisi λ_1 inférieur ou égal à 0,045 W/(m.K).
- [Revendication 3] Installation de séchage selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le second ensemble isolant interne (5) comprenant une couche thermiquement isolante (51), définie par un second coefficient de conductivité thermique choisi λ_2 inférieur ou égal à 0,045 W/(m.K) et d'une épaisseur variable (E2) choisie, et d'une couche para vapeur (52) orientée vers le volume interne (11) du module de confinement (1).
- [Revendication 4] Installation de séchage selon la revendication 3, caractérisée en ce que la couche thermiquement isolante (51) du second ensemble isolant interne (5) comprend un matériau isolant de type panneau sandwich.
- [Revendication 5] Installation de séchage selon la revendication 2, caractérisée en ce que le matériau thermiquement isolant (44) de la couche interne alvéolé (43) du premier ensemble isolant externe tripartite (4) appartient au groupe des matériaux thermiquement isolants de type mousse de polyéthylène.
- [Revendication 6] Installation de séchage selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les moyens de chauffage (2) comprennent au moins une pompe à chaleur (21) disposant d'un évaporateur (22) apte à extraire l'énergie calorifique de l'environnement extérieur à ladite installation de séchage, et d'un condensateur (23) apte à transférer l'énergie thermique extraite de l'environnement extérieur vers l'environnement de séchage.
- [Revendication 7] Installation de séchage selon la revendication 6, caractérisée en ce que les moyens de chauffage (2) de type pompe à chaleur (21) comprennent en outre au moins un condensateur accessoire (24) configuré pour favoriser le transfert d'énergie thermique depuis la pompe à chaleur (21) vers l'environnement de séchage, et /ou au moins un évaporateur accessoire (25) configuré pour favoriser l'extraction calorifique de l'environnement extérieur à ladite installation de séchage.
- [Revendication 8] Installation de séchage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des moyens de suivi météorologique (6), configurés pour mesurer et enregistrer des paramètres météorologiques choisis du volume interne (11) du module de confinement (1) formant environnement de séchage, et du bois à sécher.
- [Revendication 9] Installation de séchage selon la revendication 8, caractérisée en ce que les paramètres météorologiques suivis et enregistrés par moyens de suivi météorologique (6), appartiennent au groupe formé par température du

volume interne du module de confinement (1), humidité du volume interne du module de confinement (1), température et humidité au cœur du bois à sécher (100), température et humidité en surface du bois à sécher (100), pression dans le volume interne (11).

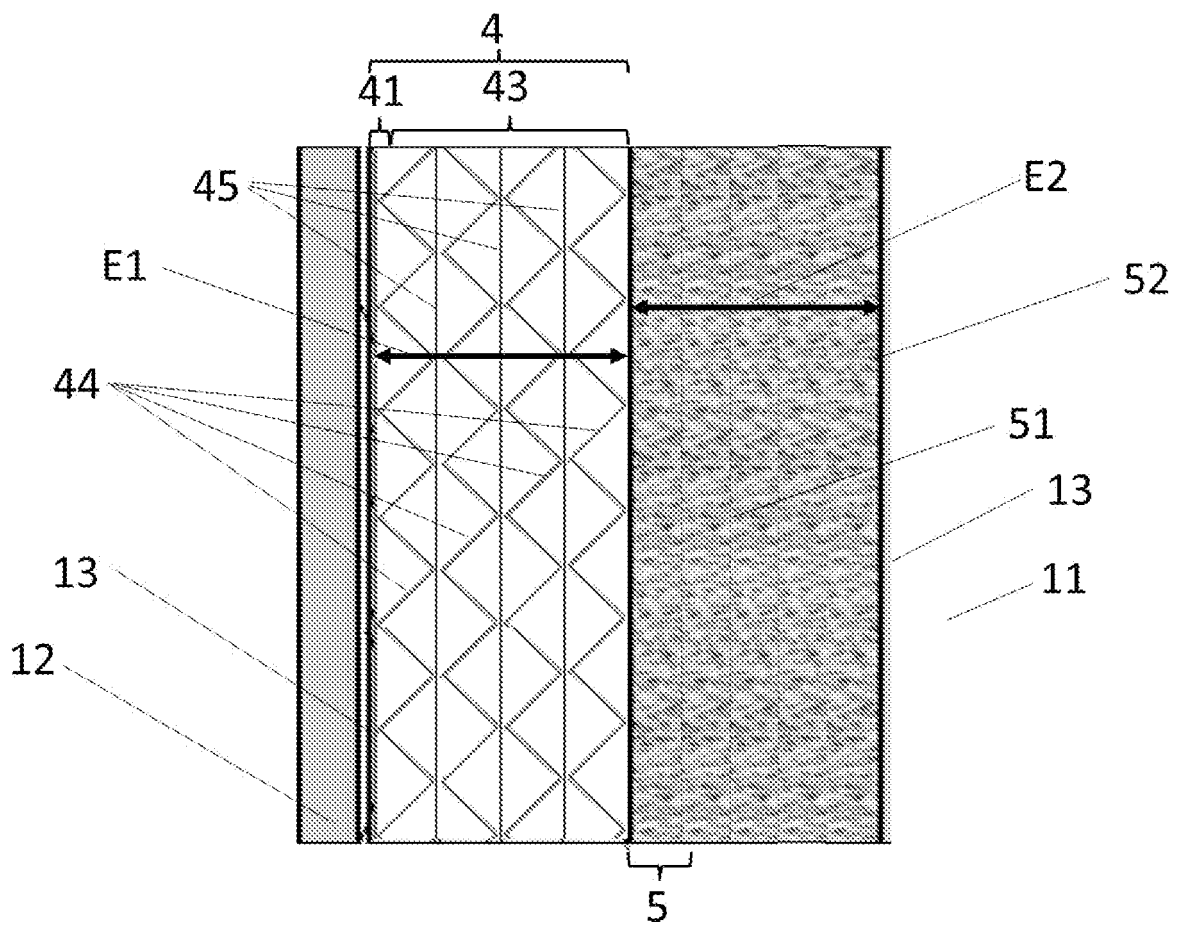
[Fig. 1]



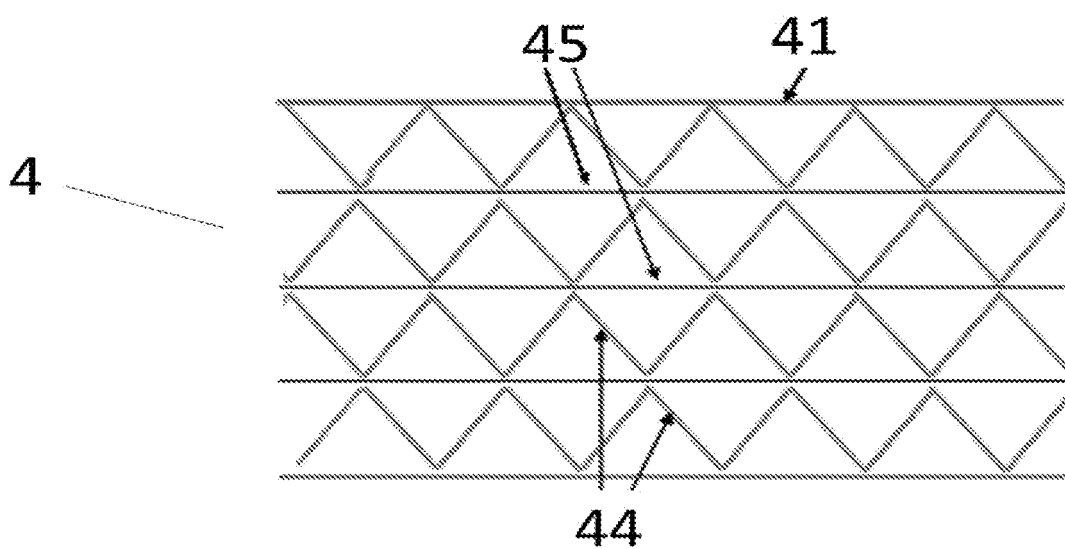
[Fig. 2]



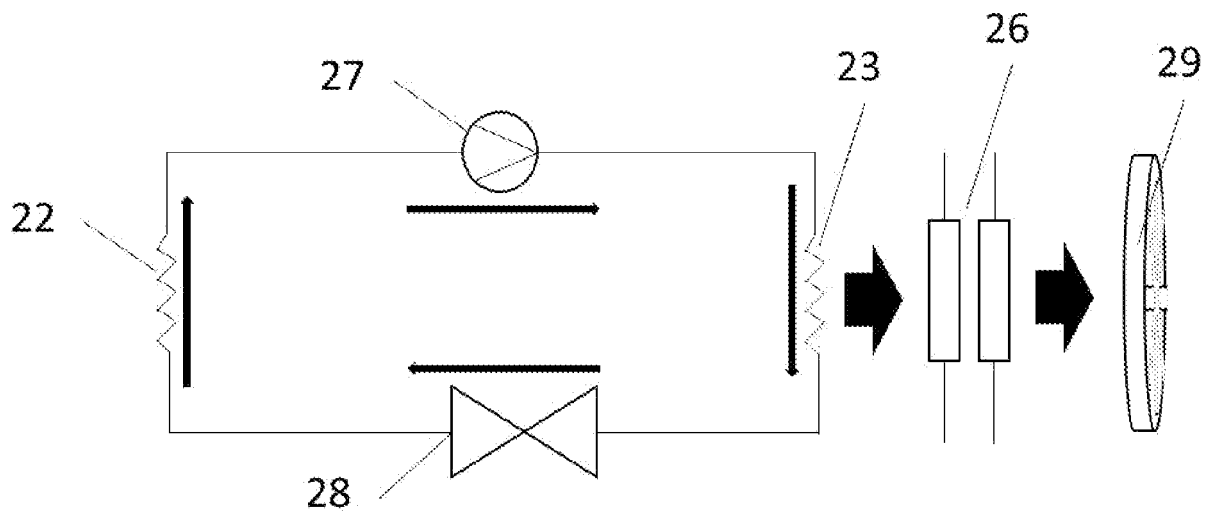
[Fig. 3]



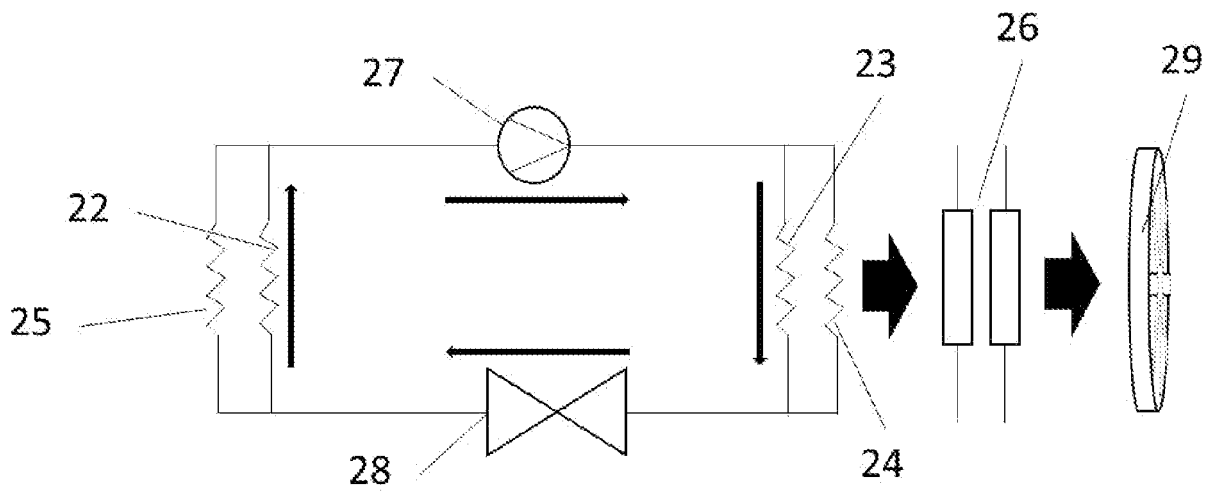
[Fig. 4]



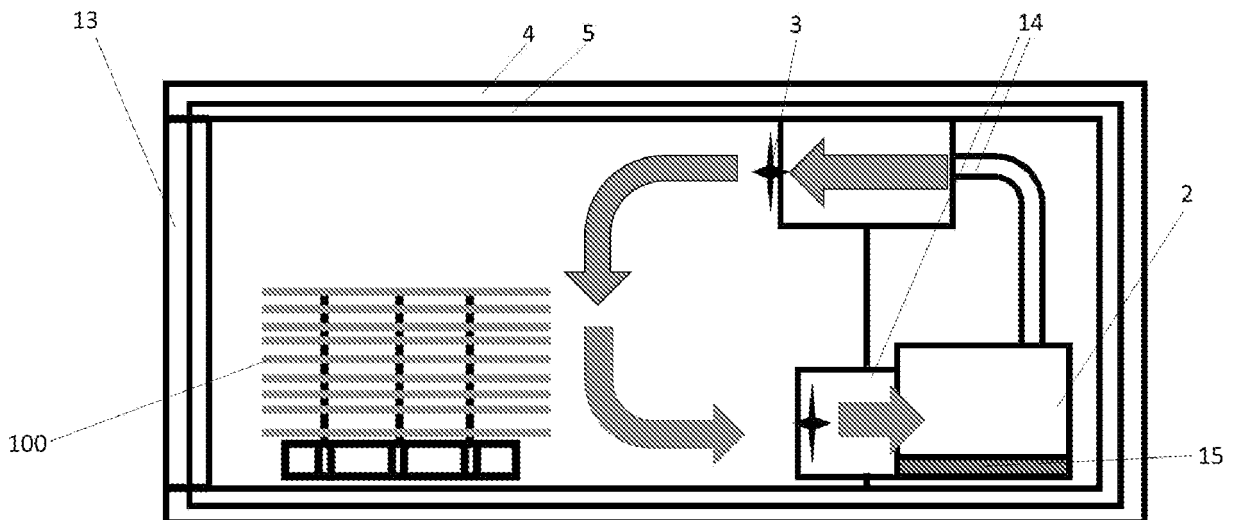
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

**FA 913128
FR 2212646**

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			
X	DE 34 16 056 A1 (SHONETSUGAKU KENKYUSHO KK [JP]) 31 octobre 1985 (1985-10-31) * pages 13-16; figures 2-4 * -----	1	F26B23/10 F26B9/06	
X	CN 202 869 144 U (WU HUIXIA) 10 avril 2013 (2013-04-10) * alinéas [0015] - [0035]; figure 1 * -----	1-9		
X	CN 204 612 430 U (TIANJIN HUAGUAN WOODWARE CO LTD) 2 septembre 2015 (2015-09-02) * alinéas [0015] - [0021]; figure 1 * -----	1-9		
X	DE 67 51 509 U (ROBERT HILDEBRAND MASCHB GMBH [DE]) 30 janvier 1969 (1969-01-30) * pages 3-6; figures 1-3 * -----	1		
X	CN 213 578 417 U (DONGGUAN DEKANG FURNITURE CO LTD) 29 juin 2021 (2021-06-29) * alinéas [0017] - [0027]; figure 1 * -----	1		
A	US 5 447 003 A (WARREN RUSSELL D [US] ET AL) 5 septembre 1995 (1995-09-05) * figures 1-8 * -----	1-9		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	CN 216 432 404 U (CONGEE BUILDING MAT LIMITED COMPANY IN WANZHOU DISTRICT OF CHONGQING) 3 mai 2022 (2022-05-03) * figures 1-3 * -----	1-9		F26B
A	CN 217 636 473 U (QINGDAO XURI WOOD IND CO LTD) 21 octobre 2022 (2022-10-21) * figures 1-4 * -----	1-9		
A	CN 106 723 190 A (LISHUI POWER SUPPLY CO OF STATE GRID ZHEJIANG ELECTRIC POWER CO ET AL.) 31 mai 2017 (2017-05-31) * figure 1 * -----	1-9		
		-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur		
17 mai 2023		De Meester, Reni		
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS				
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		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.		
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212646 FA 913128**

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 **17-05-2023**
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
DE 3416056	A1	31-10-1985	AU 574671 B2	14-07-1988
			CA 1211934 A	30-09-1986
			DE 3416056 A1	31-10-1985
			FR 2563618 A1	31-10-1985
			GB 2158212 A	06-11-1985
			IL 70053 A	17-09-1990
			IN 162142 B	02-04-1988
			IT 1201925 B	02-02-1989
			JP S5981488 A	11-05-1984
			MX 157755 A	13-12-1988
			NZ 206027 A	10-09-1986
			PH 21426 A	15-10-1987
US 4532720 A	06-08-1985			

CN 202869144	U	10-04-2013	AUCUN	

CN 204612430	U	02-09-2015	AUCUN	

DE 6751509	U	30-01-1969	AUCUN	

CN 213578417	U	29-06-2021	AUCUN	

US 5447003	A	05-09-1995	AUCUN	

CN 216432404	U	03-05-2022	AUCUN	

CN 217636473	U	21-10-2022	AUCUN	

CN 106723190	A	31-05-2017	AUCUN	

CA 2046164	A1	06-06-1992	CA 2046164 A1	06-06-1992
			US 5138773 A	18-08-1992
