

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 133 903**

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

②① N° d'enregistrement national : **22 02607**

⑤① Int Cl⁸ : **F 24 F 12/00** (2022.01), F 24 F 3/14, F 24 F 8/10,
F 24 F 11/30

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Installation de conditionnement d'air d'un bâtiment, procédé de pilotage de cette installation, programme et mémoire d'ordinateur pour sa mise en œuvre.

②② Date de dépôt : 24.03.22.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 29.09.23 Bulletin 23/39.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 23.02.24 Bulletin 24/08.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ENERGIE ET TRANSFERT
THERMIQUE Société par Actions Simplifiée* — FR.

⑦② Inventeur(s) : MILLOT Antoine.

⑦③ Titulaire(s) : *ENERGIE ET TRANSFERT
THERMIQUE Société par Actions Simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

FR 3 133 903 - B1



Description

Titre de l'invention : Installation de conditionnement d'air d'un bâtiment, procédé de pilotage de cette installation, programme et mémoire d'ordinateur pour sa mise en œuvre

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte principalement à une installation de conditionnement d'air (c'est-à-dire de climatisation, à savoir de chauffage et de rafraîchissement) d'un bâtiment et à un procédé de pilotage de cette installation. Elle concerne également un programme et une mémoire d'ordinateur pour la mise en œuvre de ce procédé.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] La technologie de pompe à chaleur thermodynamique à haute efficacité énergétique existe depuis longtemps. Elle est performante et maîtrisée.

[0003] Par ailleurs, le refroidissement de l'air par évaporation d'eau (adiabatique) est également un principe connu et largement répandu.

[0004] L'air à traiter traverse un média saturé d'eau, conçu pour maximiser la surface et le temps de contact entre l'air et l'eau. Lors du contact, l'air, qui est moins chargé en eau que la couche d'air saturée entourant la pellicule d'eau du média, va créer un phénomène d'évaporation nécessitant de l'énergie. L'air va céder cette énergie sous forme de chaleur : il y a donc un refroidissement.

[0005] Une telle technologie peut être mise en œuvre selon une intégration en :

[0006] - Direct : l'air qui passe dans le média est directement soufflé dans un bâtiment. Cette configuration présente l'avantage de maximiser l'utilisation du principe adiabatique (ce qui signifie que l'intégralité du froid généré est exploitée) mais, en revanche, on injecte un air chargé en humidité dans le bâtiment.

[0007] De plus, on doit faire face à des complexités techniques à intégrer pour garantir l'absence de contamination de l'air (risque de légionellose notamment) et l'absence d'entraînement d'eau dans le bâtiment.

[0008] - Indirect : l'air qui passe dans le média est repris du bâtiment (c'est-à-dire qu'il provient du bâtiment), se refroidit et passe dans un échangeur intermédiaire qui transmet les frigories à l'air traité. Cette technologie procure moins de rendement de froid, mais présente des avantages conséquents, à savoir qu'il permet de supprimer les problèmes évoqués plus haut, liés à la contamination et l'entraînement d'eau.

[0009] Ces technologies sont largement reconnues et industrialisées.

[0010] Le traitement/rafraîchissement/chauffage de l'air est un des premiers postes de consommation énergétique. Il représente en effet environ 30% de la consommation

totale d'un bâtiment.

- [0011] Les réglementations auxquelles sont soumises les bâtiments imposent des réductions de consommation de 50% dans les prochaines années, de sorte que toutes les solutions d'optimisation des techniques actuelles, de même que de nouvelles technologies, sont à étudier.
- [0012] L'efficacité du système adiabatique présenté plus haut est lié aux caractéristiques de l'air entrant. En effet, plus l'air est humide, moins la capacité de rafraîchissement est importante et intéressante. Il est donc impossible de garantir un rafraîchissement pendant toute la période d'été.
- [0013] De plus, en fonction de la destination du bâtiment (type de produits qui y sont stockés, procédés industriels qui y sont mis en œuvre, vitres réfrigérées, etc.), une augmentation trop importante de l'hygrométrie en ambiance, c'est-à-dire dans le bâtiment, peut être préjudiciable.
- [0014] La solution adiabatique directe, intégrée seule, peut être performante, mais est limitée à certaines applications et certaines conditions extérieures.
- [0015] La présente invention vise à apporter une solution à cette problématique de réduction de la consommation d'énergie par le biais de l'association de la technologie thermodynamique et de l'adiabatique direct, association qui permet d'offrir les bénéfices environnementaux liés au principe de l'adiabatique avec la garantie de tenue de confort ambiant, et ce, quelques soient les conditions météorologiques extérieures.
- [0016] L'objectif est ici de maximiser l'utilisation de l'adiabatique direct (haut rendement) en décalant, voire même en évitant complètement, le passage en mode climatisation (technologie thermodynamique) par l'activation d'un compresseur.

PRESENTATION DE L'INVENTION

- [0017] Cet objectif est atteint selon l'invention grâce à une installation de conditionnement d'air d'un bâtiment, qui comporte une enceinte, laquelle comprend :
- [0018] - d'une part une entrée d'air neuf provenant de l'extérieur dudit bâtiment, ainsi qu'une entrée d'air repris provenant dudit bâtiment, lesquelles forment ensemble un premier groupe ;
- [0019] - d'autre part une sortie d'air en direction de l'intérieur dudit bâtiment, ainsi qu'une sortie d'air en direction de l'extérieur dudit bâtiment, lesquelles forment ensemble un second groupe,
- [0020] caractérisée par le fait qu'elle comporte en outre :
- [0021] - un ensemble de capteurs de température et un capteur d'hygrométrie comprenant à minima un capteur de la température et un capteur d'hygrométrie qui règne à l'extérieur dudit bâtiment et un capteur de la température et d'hygrométrie qui règne à l'intérieur dudit bâtiment ;

- [0022] - entre ledit premier groupe et ledit second groupe et dans le sens de circulation de l'air entre ladite première entrée d'air neuf provenant de l'extérieur dudit bâtiment et ladite sortie d'air en direction de l'intérieur dudit bâtiment, un dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau et un échangeur thermodynamique air/air réversible conformé pour fonctionner en refroidissement ou en réchauffage de température ;
- [0023] - des moyens conformés pour, en fonction des mesures effectuées par lesdits capteurs, piloter soit le fonctionnement de l'un ou l'autre des dispositifs de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau et échangeur thermodynamique, soit leur mise hors service.
- [0024] Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de cette installation, prises seules ou selon une combinaison techniquement compatible d'au moins deux d'entre elles :
- [0025] lesdites deux entrées formant ledit premier groupe sont pourvues de registres conformés pour être soit ouverts soit fermés, et ainsi permettre la circulation d'air, respectivement empêcher la circulation d'air au travers desdites entrées ;
- [0026] ladite enceinte renferme un filtre d'air qui est positionné entre ladite première entrée d'air neuf provenant de l'extérieur dudit bâtiment et ledit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau.
- [0027] Il est également atteint grâce à un procédé de pilotage de l'installation, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :
- [0028] - déterminer une température de consigne T_{consigne} à l'intérieur dudit bâtiment à ne pas dépasser ;
- [0029] - mesurer en continu ou de manière intermittente la température et hygrométrie à l'intérieur du bâtiment ;
- [0030] - dès que ladite température mesurée à l'intérieur dudit bâtiment est égale à une température dite d'activation $T_{\text{activation}}$, cette température d'activation étant inférieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter la mise en route et le fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau ;
- [0031] - dès que ladite température mesurée à l'intérieur dudit bâtiment est égale ou supérieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter l'arrêt dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau, ainsi que la mise en route et le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique en mode rafraîchissement d'air.
- [0032] Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de ce procédé, prises seules ou selon une combinaison techniquement compatible d'au moins deux d'entre elles :
- [0033] il comporte une étape de mesure de l'hygrométrie de l'air intérieur et que, dans l'hypothèse où cette hygrométrie dépasse un seuil de référence, on se limite à piloter la

mise en route et le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique, c'est-à-dire sans mettre en route ledit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau ;

[0034] dès lors que la température à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment dépasse au moins un seuil prédéfini un jour donné J1, on alloue à ce jour J1 le statut "canicule" et que, au moins le jour suivant J2, on pilote la mise en route et l'anticipation du fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau dès lors que la température à l'intérieur du bâtiment dépasse une température prédéterminée dite température de canicule $T_{canicule}$, laquelle est inférieure à ladite température d'activation $T_{activation}$;

[0035] lorsque la température mesurée à l'extérieur du bâtiment est inférieure à ladite température de consigne $T_{consigne}$, on pilote à la fois l'entrée d'air extérieur et d'air repris dans ladite enceinte et on active le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique en mode chauffage ;

[0036] lors du fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau, on mesure la température et l'hygrométrie de l'air extérieur et de l'air présent au voisinage de ladite entrée d'air repris provenant dudit bâtiment et que l'on fait rentrer dans ladite enceinte soit de l'air neuf provenant de l'extérieur, soit de l'air repris du bâtiment, en fonction desdites mesures de température et d'hygrométrie.

[0037] Grâce à cette installation et à ce procédé, on parvient à minimiser la consommation énergétique globale de l'installation via une source vertueuse (l'eau) tout en garantissant le respect de consignes de températures.

[0038] L'invention concerne également un programme d'ordinateur comportant des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des caractéristiques ci-dessus, lorsqu'il est exécuté sur un calculateur tel qu'un automate programmable ou un ordinateur.

[0039] Elle concerne aussi une mémoire d'ordinateur dans laquelle est stocké un programme d'ordinateur, ledit programme comportant des instructions de code qui permettent à une machine de mettre en œuvre les étapes du procédé selon l'une des caractéristiques précédentes, quand ce programme est exécuté par ladite machine.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0040] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description qui va maintenant en être faite, en référence aux dessins annexés, qui en représentent, à titre indicatif mais non limitatif, un mode de réalisation possible.

[0041] Sur ces dessins :

[0042] [Fig.1] est une vue très schématique d'une installation au sein de laquelle le procédé selon l'invention est susceptible d'être mis en œuvre, et plus particulièrement destinée à illustrer un premier mode de fonctionnement de l'installation ;

[0043] [Fig.2] est une vue analogue à la [Fig.1], destinée à illustrer un autre mode de fonctionnement de l'installation ;

[0044] [Fig.3] est une vue analogue à la [Fig.1], destinée à illustrer encore un autre mode de fonctionnement de l'installation ;

[0045] [Fig.4] est une vue analogue à la [Fig.1], destinée à illustrer un quatrième mode de fonctionnement de l'installation.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0046] Un premier aspect de l'invention se rapporte à une installation I de conditionnement d'air d'un bâtiment B, telle que définie dans la revendication 1 annexée.

[0047] En référence à la [Fig.1], on constate que cette installation I comporte une enceinte 1 se présente sous la forme d'un bloc unitaire.

[0048] De manière avantageuse, l'enceinte 1 est une unité monobloc qui peut être livrée prête à fonctionner. Elle est réalisée préférentiellement sous la forme d'une structure entièrement en aluminium (châssis et carrosserie), ce qui lui confère une tenue à la corrosion particulièrement efficace.

[0049] Une telle enceinte est préférentiellement installée sur le toit (préférentiellement plat) d'un bâtiment B, lequel est repéré T à la [Fig.1].

[0050] Les références INT désignent respectivement l'intérieur du bâtiment B à chauffer ou rafraîchir, et EXT l'extérieur du bâtiment, qui est source d'air neuf.

[0051] On a référencé EAN l'entrée de l'enceinte 1 située sur la gauche de la [Fig.1], laquelle constitue une entrée d'air neuf, c'est-à-dire provenant de l'extérieur EXT.

[0052] La base de l'enceinte 1 est par ailleurs pourvue d'une autre entrée EAR, qui communique avec le bâtiment B par une ouverture pratiquée dans son toit T. Elle est qualifiée d'entrée d'air repris dans le sens où l'air qui la traverse est de l'air provenant du bâtiment B (c'est-à-dire "repris" du bâtiment).

[0053] L'air qui traverse ces entrées est repéré par des flèches F1 et F2. Elles forment ensemble un premier groupe.

[0054] L'enceinte 1 comporte par ailleurs une sortie de l'air qui a été acceptée à l'intérieur de celle-ci en direction de l'intérieur INT du bâtiment B. Elle est référencée SAB à la [Fig.1].

[0055] Elle comporte aussi une sortie d'air SAE en direction de l'extérieur EXT dudit bâtiment, qui a pour principale fonction de permettre de disperser à l'extérieur un excès de calories/frigorie générées par échangeur thermodynamique sur lequel on reviendra plus loin dans la description.

[0056] L'air qui traverse ces sorties est repéré par des flèches F3 et F4. Elles forment ensemble un second groupe.

[0057] Selon l'invention, l'enceinte 1 est pourvue d'un ensemble de capteurs de température

et d'hygrométrie qui comprend à minima un capteur C de la température et un capteur de l'hygrométrie qui règnent à l'extérieur dudit bâtiment et un capteur de la température et un capteur de l'hygrométrie qui règnent à l'intérieur dudit bâtiment.

- [0058] Avantageusement, l'installation comporte d'autres capteurs (non représentés à la [Fig.1]) de température et d'hygrométrie, et notamment, dans le bâtiment B, juste au niveau de l'entrée EAR et de la sortie SAB, ainsi au voisinage des lieux de passage d'individus, c'est-à-dire de préférence à hauteur d'homme.
- [0059] Il s'agit par exemple de capteurs commercialisés par la société CARREL et MICHELL INSTRUMENTS.
- [0060] Ci-après sont décrits chacun des éléments additionnels qui équipent l'enceinte de la [Fig.1] en partant de l'entrée d'air neuf EAN, c'est-à-dire de la gauche vers la droite de la [Fig.1].
- [0061] Juste au niveau des entrées EAN et EAR sont présents des registres R qui, comme cela est bien connu, sont des moyens d'ouverture sélectifs et à sections variables. Ils comprennent par exemple plusieurs volets mobiles dont l'ouverture et la fermeture peuvent être commandées de façon sélective et quantifiée.
- [0062] Juste en aval de ces entrées et en considérant le sens F5 de circulation de l'air entre l'entrée d'air neuf EAN provenant de l'extérieur dudit bâtiment et la sortie d'air SAB en direction de l'intérieur dudit bâtiment se trouve un dispositif 2 de filtrage de l'air neuf.
- [0063] Il s'agit d'un dispositif de type connu qui a pour fonction de capter et d'arrêter des particules indésirables contenues dans l'air, de taille différente.
- [0064] Entre le premier groupe d'entrées et ledit second groupe de sorties précités et toujours dans le sens F5 de circulation de l'air entre l'entrée d'air neuf EAN provenant de l'extérieur dudit bâtiment et la sortie d'air SAB en direction de l'intérieur dudit bâtiment, l'enceinte 1 est équipée d'un dispositif 3 de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau et d'un échangeur thermodynamique air/air réversible 4 conformé pour fonctionner en refroidissement ou en réchauffage de température.
- [0065] Le dispositif 3 de rafraîchissement précité est plus précisément constitué d'un refroidisseur adiabatique direct à haut rendement, qui est formé de panneaux ajourés d'échange de chaleur en matériau inorganique imputrescible.
- [0066] Il est arrosé par ruissellement d'eau, de haut en bas.
- [0067] Le principe de fonctionnement de ce refroidisseur est que l'air traverse ce refroidisseur horizontalement et s'humidifie par contact avec des surfaces mouillées. L'air est refroidi uniquement par évaporation, ce qui ne nécessite aucune alimentation externe.
- [0068] Au sommet de ce refroidisseur adiabatique se trouve un distributeur d'eau (non représenté) qui fournit une alimentation uniforme dans tout l'appareil.
- [0069] L'eau en excès sert à rincer le support formant le refroidisseur pour éliminer

d'éventuels débris et les matières minérales qui pourraient se déposer sur le média après le cycle d'humidification.

- [0070] L'eau qui a traversé cet appareil sans s'évaporer au contact de l'air est récupérée dans un bac (également non représenté), par exemple en matière inoxydable, disposé à sa base et est recyclé vers le sommet du dispositif, avec un apport complémentaire d'eau si nécessaire.
- [0071] Le niveau de l'eau dans le bac de récupération reste constant, par mesure du niveau par des sondes connectées et apport optimisé d'eau (qui permet de diluer l'eau du bac chargée en sels minéraux).
- [0072] La conception particulière de ce dispositif garantit l'absence totale de génération de gouttelettes et d'aérosol lorsque l'humidification de l'air est activée. Dans l'ensemble des figures annexée, ce dispositif 3, quand il est en fonctionnement (voir [Fig.1]), est représenté assorti de gouttelettes d'eau. A l'inverse, quand il ne fonctionne pas (voir les autres figures), il est représenté sous la forme d'un simple rectangle.
- [0073] A la sortie du dispositif 3 est prévu un échangeur thermodynamique air/air réversible 4 conformé pour fonctionner en refroidissement ou en réchauffage de température.
- [0074] Par l'expression « échangeur thermodynamique air/air réversible », on entend bien entendu une machine dans laquelle circule un fluide frigorigène. Son circuit est composé d'un compresseur, d'un détendeur et de deux échangeurs de chaleur, à savoir un évaporateur et un condenseur.
- [0075] Afin de faciliter la consultation de la [Fig.1], seuls les échangeurs 40 et 41 ont été représentés ici.
- [0076] Dans la mesure où il s'agit d'un appareil réversible, chacun des échangeurs peut fonctionner comme un condenseur ou un évaporateur.
- [0077] C'est la raison pour laquelle ils portent la double référence 40/41 et 41/40 à la [Fig.1]. Leur mode fonctionnement est déterminé par la régulation de la machine qui agit sur une vanne d'inversion du cycle thermodynamique.
- [0078] Plus précisément, l'un des échangeurs 40/41 est positionné juste en aval du dispositif 3 et en amont de la sortie SAB, tandis que l'autre 41/40 est disposé en aval de la sortie SAE.
- [0079] Entre le premier échangeur 40/41 et la sortie SAB est disposé un système d'extraction d'air 5 à ventilateur qui a pour fonction de permettre l'admission de l'air à l'intérieur de l'enceinte, via les entrées EAN et EAR.
- [0080] Un dispositif de ventilation 6, qui a quant à lui pour but d'expulser vers l'extérieur l'excès de calories/frigoriques dégagé par l'échangeur 41/40, est prévu à la verticale de celui-ci.
- [0081] Enfin, l'installation I comporte des moyens (non représentés) conformés pour, en fonction des mesures effectuées par lesdits capteurs C, piloter soit le fonctionnement

de l'un ou l'autre des dispositifs de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau 3 et d'échangeur thermodynamique 4, soit leur mise hors service. Il s'agit de préférence d'un automate comprenant un ordinateur.

[0082] Un autre aspect de l'invention se rapporte à un procédé de pilotage de l'installation telle que celle décrite en référence à la [Fig.1].

[0083] Un tel procédé comprend les étapes suivantes :

[0084] - déterminer une température de consigne T_{consigne} à l'intérieur INT dudit bâtiment B à ne pas dépasser ;

[0085] - mesurer en continu ou de manière intermittente la température et hygrométrie à l'intérieur bâtiment B ;

[0086] - dès que ladite température mesurée à l'intérieur du bâtiment B est égale à une température dite d'activation $T_{\text{activation}}$, cette température d'activation étant inférieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter la mise en route et le fonctionnement dudit dispositif 3 de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau ;

[0087] - dès que ladite température mesurée à l'intérieur INT du bâtiment est égale ou supérieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter l'arrêt dudit dispositif 3 de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau, ainsi que la mise en route et le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique 4 en mode rafraîchissement d'air.

[0088] Ainsi, en référence au schéma de la [Fig.1], l'air chaud provenant de l'extérieur est rafraîchi par le dispositif 3, puis soufflé vers l'intérieur du bâtiment.

[0089] Dans ces conditions, la fonction "rafraîchissement adiabatique" (dispositif 3) est prioritaire par rapport à la thermodynamique (dispositif 4). L'objectif est de contenir la montée en température du bâtiment et de retarder au maximum l'action de l'échangeur thermodynamique 4.

[0090] Lorsque la température ambiante à l'intérieur du bâtiment s'approche du point de consigne, le refroidissement adiabatique s'enclenche. Si les apports de température sont trop importants, on arrive à la température d'activation l'échangeur thermodynamique et on pilote l'arrêt du dispositif 3. Cela correspond à la situation de la [Fig.2] dans laquelle l'air "chaud" provenant de l'extérieur passe sur l'échangeur 40/41 froid et est ensuite soufflé dans le bâtiment en vue de son rafraîchissement.

[0091] Les calories au niveau de l'échangeur 41/40 sont quant à elles évacuées vers l'extérieur (flèche F4).

[0092] Dans un mode réalisation particulier, lorsque la température ambiante passe en dessous du point de désactivation de la thermodynamique, le dispositif 4 s'arrête et le refroidisseur adiabatique 3 se réactive.

[0093] Un exemple non limitatif de la mise en œuvre d'un tel procédé est décrit ci-après.

[0094] Supposons que l'on ait affaire à un bâtiment pour lequel la température de consigne T_{consigne} est fixée à 26°C .

- [0095] Lorsque le matin en période chaude, la température mesurée à l'intérieur du bâtiment dépasse 24°C qui est la température d'activation Tactivation, le dispositif 3 est activé afin de contenir la montée en température entre 24°C et 26°C.
- [0096] Au-delà d'une température de 26°C mesurée à l'intérieur du bâtiment, le dispositif 3 s'arrête, et le dispositif le relais pour climatiser le bâtiment et maintenir au maximum 26°C.
- [0097] Ainsi, le dispositif 3 a permis de retarder, voire d'annuler l'activation du dispositif 4, réalisant d'importantes économies d'énergie. La mise en œuvre du dispositif thermodynamique 4 intervient alors en solution alternative pour garantir le confort.
- [0098] En vue d'un rafraîchissement de l'air à l'intérieur du bâtiment et dans l'hypothèse où la température mesurée de l'air extérieur est inférieure à celle à l'intérieur, alors on injecte l'air extérieur vers l'intérieur, alors que les deux appareils 3 et 4 sont inactifs.
- [0099] Plus précisément, dans la situation particulière dans laquelle l'air extérieur est plus frais que l'air à l'intérieur du bâtiment B, aucun des dispositifs 3 et 4 n'est activé et on pilote la fermeture des registres R de l'entrée EAR, de sorte que seul de l'air neuf extérieur est accepté dans l'enceinte 1 et est soufflé dans le bâtiment B.
- [0100] Dans une autre situation dans laquelle l'air ambiant du bâtiment B nécessite d'être réchauffé, on pilote seulement l'activation du dispositif en mode chauffage (selon l'illustration de la [Fig.4]) de sorte qu'aussi bien de l'air repris du bâtiment que de l'air neuf sont acceptés dans l'enceinte 1. Ce mélange, dont la proportion peut être pilotée en fonction de la température de l'air repris, se réchauffe au contact du premier échangeur chaud 40/41 et est ensuite soufflé à l'intérieur INT du bâtiment B. L'excès de frigorifiques au niveau du second échangeur 41/40 du dispositif 4 est quant à lui évacué vers l'extérieur (flèche F5).
- [0101] Selon un mode de réalisation de ce procédé, celui-ci comporte une étape de mesure de l'hygrométrie de l'air intérieur et, dans l'hypothèse où cette hygrométrie dépasse un seuil de référence, on se limite à piloter la mise en route et le fonctionnement de l'échangeur thermodynamique 4, c'est-à-dire sans mettre en route ledit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau 3.
- [0102] Cela permet de maintenir le confort à l'intérieur du bâtiment.
- [0103] Selon un autre mode de réalisation de ce procédé, dès lors que la température à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment dépasse au moins un seuil prédéfini un jour donné J1, on alloue à ce jour J1 le statut "canicule" et que, au moins le jour suivant J2, on pilote la mise en route et l'anticipation du fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau dès lors que la température à l'intérieur du bâtiment dépasse une température prédéterminée dite température de canicule Tcanicule, laquelle est inférieure à ladite température d'activation Tactivation.
- [0104] Ainsi, cette régulation permet de détecter un épisode chaud via la température ex-

térieure, la température ambiante à l'intérieur du bâtiment et le décalage de la température ambiante par rapport à la consigne un jour J1.

- [0105] En prenant pour hypothèse que les conditions météorologiques des jours J1 et J2 sont globalement considérées comme similaires, la régulation peut donc réagir au jour J2 par "apprentissage" par rapport à la journée J1.
- [0106] Les machines thermodynamiques seules ne permettent pas une anticipation sur leur enclenchement sans un impact important sur la consommation journalière
- [0107] De par sa faible consommation, la technologie adiabatique offre la possibilité d'anticiper son enclenchement sans impact significatif sur la consommation électrique journalière, évitant ainsi tout compromis.
- [0108] La solution couplée adiabatique / thermodynamique permet alors d'importantes économies d'énergie tout en garantissant le confort.
- [0109] Cette régulation propose une détection d'un mode CANICULE déclenchant les fonctions d'anticipation le jour J2. Inversement, une détection de « retour à la normale » peut être prévue pour revenir à une gestion "ETE mi-saison" du rafraîchissement.
- [0110] A nouveau, un exemple non limitatif de ce mode réalisation est donné ci-après.
- [0111] On considère que le 10 aout à 12h00, la température intérieure est de 25°C, tandis que la température extérieure est de 30°C pour une température de consigne de 26°C.
- [0112] Dès lors, le rafraîchissement adiabatique via le dispositif 3 s'enclenche à 12h.
- [0113] On considère que les apports thermiques sont tels que la température intérieure dépasse les 26°C à 13h, de sorte que le dispositif 3 s'arrête, tandis que le dispositif 4 s'enclenche pour climatiser le bâtiment jusqu'à sa fermeture à 19h.
- [0114] La température extérieure approchant les 30°C, l'installation I détecte une période de canicule.
- [0115] Le lendemain et du fait que l'installation a détecté une période de canicule, le rafraîchissement du bâtiment via le dispositif 3 s'enclenche dès lors que la température intérieure est supérieure ou égale à 22°C à 10h.
- [0116] Dans ces conditions, les apports thermiques sont importants, mais le rafraîchissement adiabatique anticipé permet de contenir la montée en température du bâtiment
- [0117] Supposons maintenant que les apports thermiques sont tels que la température intérieure dépasse 26°C à 17h30, le rafraîchissement adiabatique via le dispositif 3 s'arrête, la thermodynamique (via le dispositif 4) s'enclenche pour climatiser le bâtiment jusqu'à sa fermeture à 19h.
- [0118] Ainsi, la consommation électrique entre le 10 et le 11 aout a été réduit de l'équivalent de 4h30 d'activation des compresseurs du dispositif 4.
- [0119] Enfin, selon un mode de réalisation particulier, lors du fonctionnement dudit dispositif 3 de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau, on mesure la température et l'hygrométrie de l'air extérieur EXT et de l'air présent au voisinage de ladite entrée d'air

repris EAR provenant dudit bâtiment B et que l'on fait rentrer dans ladite enceinte 1 soit de l'air neuf provenant de l'extérieur EXT, soit de l'air repris du bâtiment B, en fonction desdites mesures de température et d'hygrométrie.

- [0120] En d'autres termes, selon ce mode de réalisation, on calcule en temps réel les conditions optimales entre tout air neuf et tout air repris, l'objectif étant de maximiser la puissance de froid générée par le dispositif 3 tout en réduisant la consommation d'eau.
- [0121] Ainsi, par exemple, on considère que l'installation I est en mesure de souffler un débit d'air de 20 000m³/h.
- [0122] Les conditions extérieures (température/hygrométrie) sont les suivantes : 35°C/30%.
- [0123] La température de soufflage d'air dans le bâtiment après refroidissement adiabatique est de 22°C et la consommation d'eau du dispositif 3 est de 160l/h.
- [0124] Quant à l'air repris, les conditions de reprise de l'air du bâtiment (température/hygrométrie) sont les suivantes : 25°C/40%.
- [0125] La température de soufflage après refroidissement adiabatique par le dispositif 3 est de 16.6°C et la consommation d'eau est de 100l/h.
- [0126] Selon le procédé de l'invention, on calcule en temps réel les conditions de soufflage et l'installation I va automatiquement fonctionner en tout air repris, c'est-à-dire avec les registres R de l'entrée EAN fermés.
- [0127] Le gain en puissance de froid est de 37kW, et celui sur la consommation d'eau est de 60l/h.

Revendications

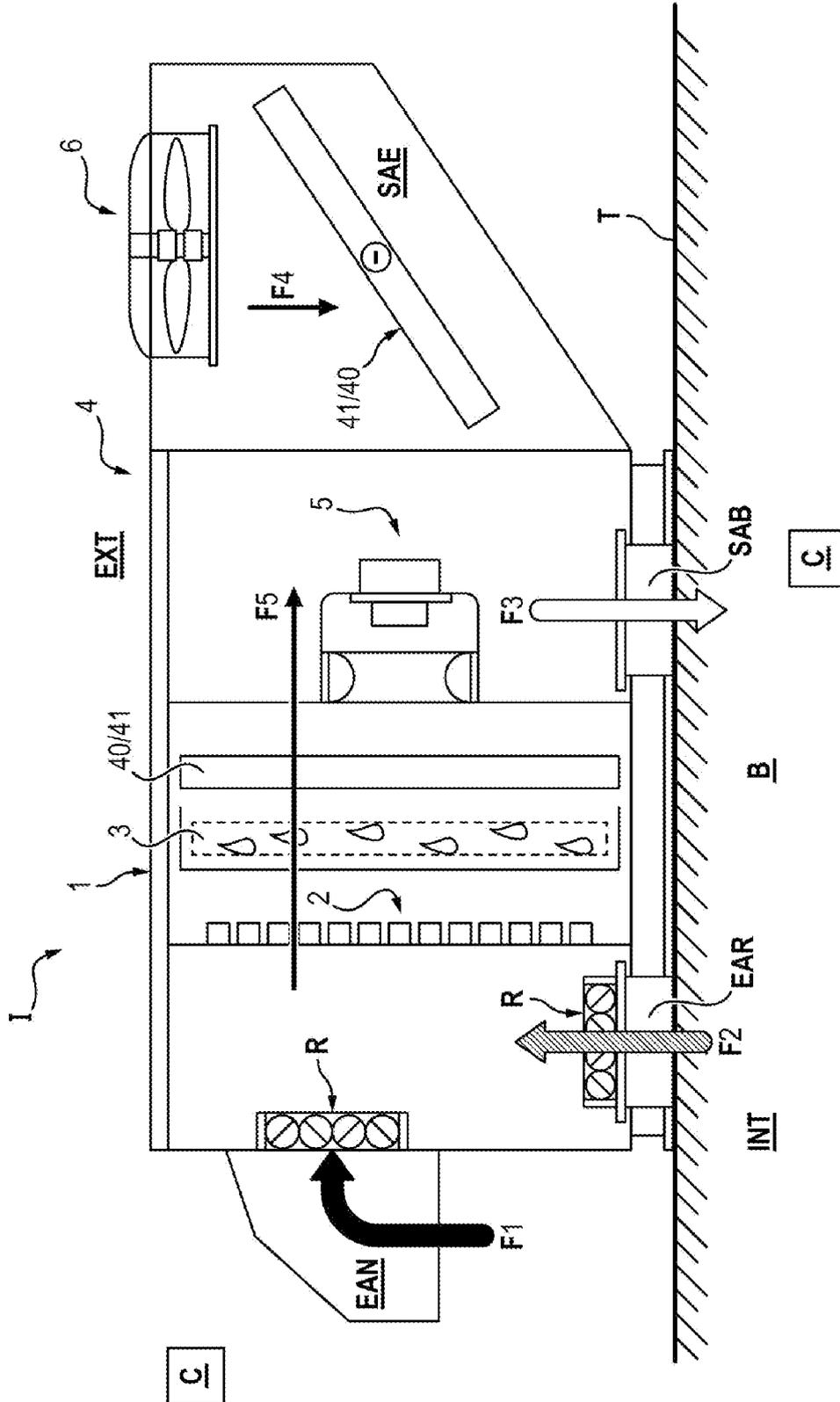
- [Revendication 1] Installation (I) de conditionnement d'air d'un bâtiment (B), qui comporte une enceinte (1), laquelle comprend :
- d'une part une entrée d'air neuf (EAN) provenant de l'extérieur (EXT) dudit bâtiment (B), ainsi qu'une entrée d'air repris (EAR) provenant dudit bâtiment (B), lesquelles forment ensemble un premier groupe ;
 - d'autre part une sortie d'air (SAB) en direction de l'intérieur (INT) dudit bâtiment (B), ainsi qu'une sortie d'air (SAE) en direction de l'extérieur (EXT) dudit bâtiment (B), lesquelles forment ensemble un second groupe,
- caractérisée par le fait qu'elle comporte en outre :
- un ensemble de capteurs (C) de température et un capteur d'hygrométrie comprenant à minima un capteur de la température et un capteur d'hygrométrie qui règne à l'extérieur (EXT) dudit bâtiment (B) et un capteur de la température et d'hygrométrie qui règne à l'intérieur (INT) dudit bâtiment (B) ;
 - entre ledit premier groupe et ledit second groupe et dans le sens de circulation de l'air entre ladite première entrée d'air neuf (EAN) provenant de l'extérieur (EXT) dudit bâtiment (B) et ladite sortie d'air (SAB) en direction de l'intérieur (INT) dudit bâtiment (B), un dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3) et un échangeur thermodynamique air/air réversible (4) conformé pour fonctionner en refroidissement ou en réchauffage de température ;
 - des moyens conformés pour, en fonction des mesures effectuées par lesdits capteurs (C), piloter soit le fonctionnement de l'un ou l'autre des dispositifs de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3) et échangeur thermodynamique (4), soit leur mise hors service.
- [Revendication 2] Installation (I) selon la revendication 1, caractérisée par le fait lesdites deux entrées (EAN, EAR) formant ledit premier groupe sont pourvues de registres (R) conformés pour être soit ouverts soit fermés, et ainsi permettre la circulation d'air, respectivement empêcher la circulation d'air au travers desdites entrées.
- [Revendication 3] Installation (I) selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que ladite enceinte (1) renferme un filtre d'air (2) qui est positionné entre ladite première entrée (EAN) d'air neuf provenant de l'extérieur (EXT) dudit bâtiment (B) et ledit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3).

- [Revendication 4] Procédé de pilotage de l'installation (I) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :
déterminer une température de consigne T_{consigne} à l'intérieur (INT) dudit bâtiment (B) à ne pas dépasser ;
mesurer en continu ou de manière intermittente la température et hygrométrie à l'intérieur (INT) du bâtiment (B) ;
dès que ladite température mesurée à l'intérieur dudit bâtiment est égale à une température dite d'activation $T_{\text{activation}}$, cette température d'activation étant inférieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter la mise en route et le fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3) ;
dès que ladite température mesurée à l'intérieur (INT) dudit bâtiment est égale ou supérieure à ladite température de consigne T_{consigne} , piloter l'arrêt dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3), ainsi que la mise en route et le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique en mode rafraîchissement d'air (4).
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il comporte une étape de mesure de l'hygrométrie de l'air intérieur (INT) et que, dans l'hypothèse où cette hygrométrie dépasse un seuil de référence, on se limite à piloter la mise en route et le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique (4), c'est-à-dire sans mettre en route ledit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3).
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que dès lors que la température à l'extérieur (EXT) ou à l'intérieur (INT) du bâtiment dépasse au moins un seuil prédéfini un jour donné J1, on alloue à ce jour J1 le statut "canicule" et que, au moins le jour suivant J2, on pilote la mise en route et l'anticipation du fonctionnement dudit dispositif de rafraîchissement d'air à ruissellement d'eau (3) dès lors que la température à l'intérieur (INT) du bâtiment (B) dépasse une température prédéterminée dite température de canicule T_{canicule} , laquelle est inférieure à ladite température d'activation $T_{\text{activation}}$.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 2, en combinaison avec l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que, lorsque la température mesurée à l'intérieur (INT) du bâtiment (B) est inférieure à ladite température de consigne T_{consigne} , on pilote à la fois l'ouverture des registres de ladite entrée d'air neuf provenant de l'extérieur (EXT) et de ladite entrée d'air repris (EAR) dans ladite enceinte (1) et on active le fonctionnement dudit échangeur thermodynamique (4) en mode

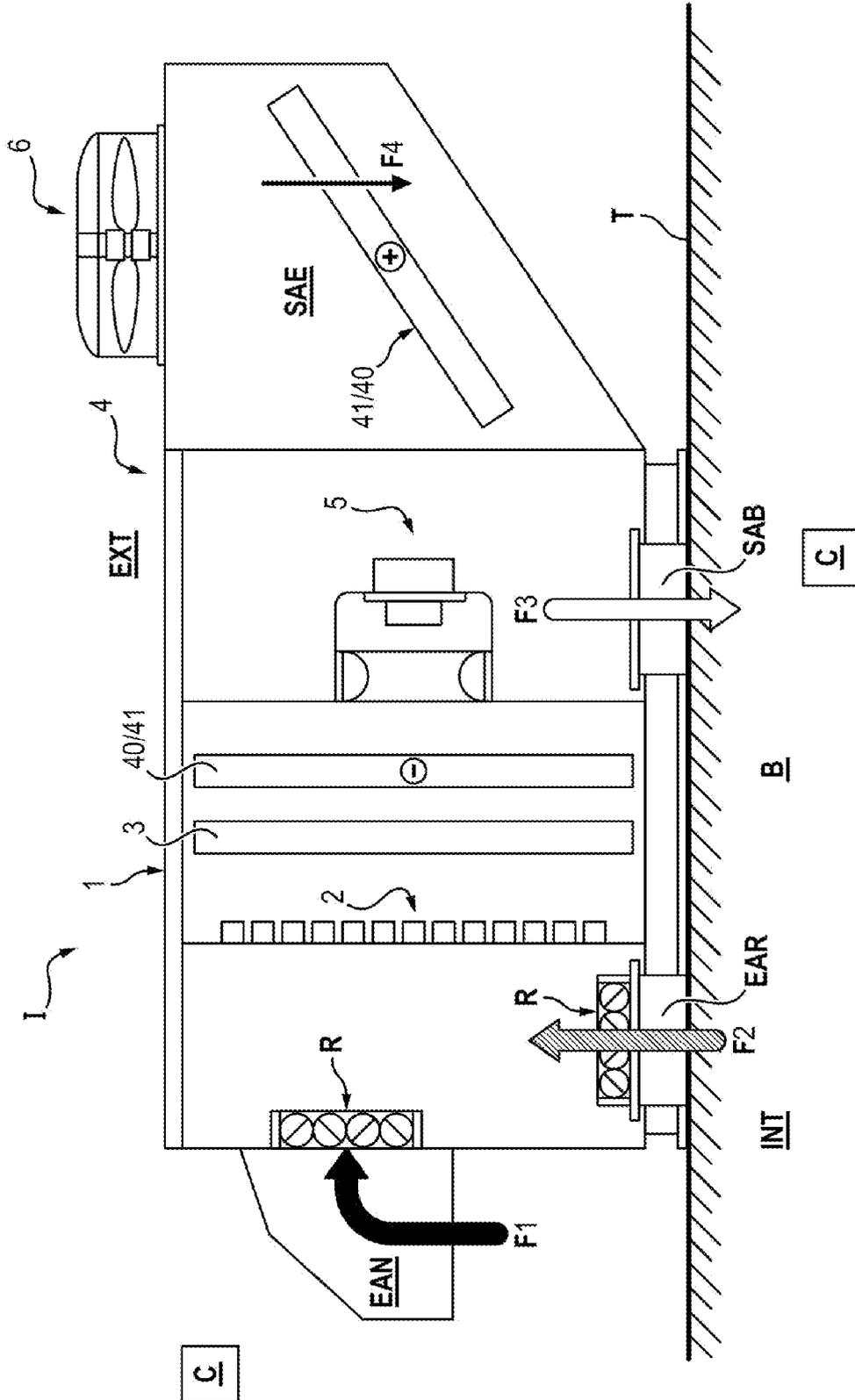
chauffage.

- [Revendication 8] Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé par le fait que, lors du fonctionnement dudit dispositif de rafraichissement d'air à ruissellement d'eau (3), on mesure la température et l'hygrométrie de l'air extérieur (EXT) et de l'air présent au voisinage de ladite entrée d'air repris (EAR) provenant dudit bâtiment (B) et que l'on fait rentrer dans ladite enceinte soit de l'air neuf provenant de l'extérieur (EXT), soit de l'air repris du bâtiment (B), en fonction desdites mesures de température et d'hygrométrie.
- [Revendication 9] Programme d'ordinateur comportant des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 4 à 8, lorsqu'il est exécuté sur un calculateur tel qu'un automate programmable ou un ordinateur intégré au sein d'une installation selon l'une des revendications 1 à 3.
- [Revendication 10] Mémoire d'ordinateur dans laquelle est stocké un programme d'ordinateur, ledit programme comportant des instructions de code qui permettent à une machine de mettre en œuvre les étapes du procédé selon l'une des revendications 4 à 8, quand ce programme est exécuté par ladite machine intégrée au sein d'une installation selon l'une des revendications 1 à 3.

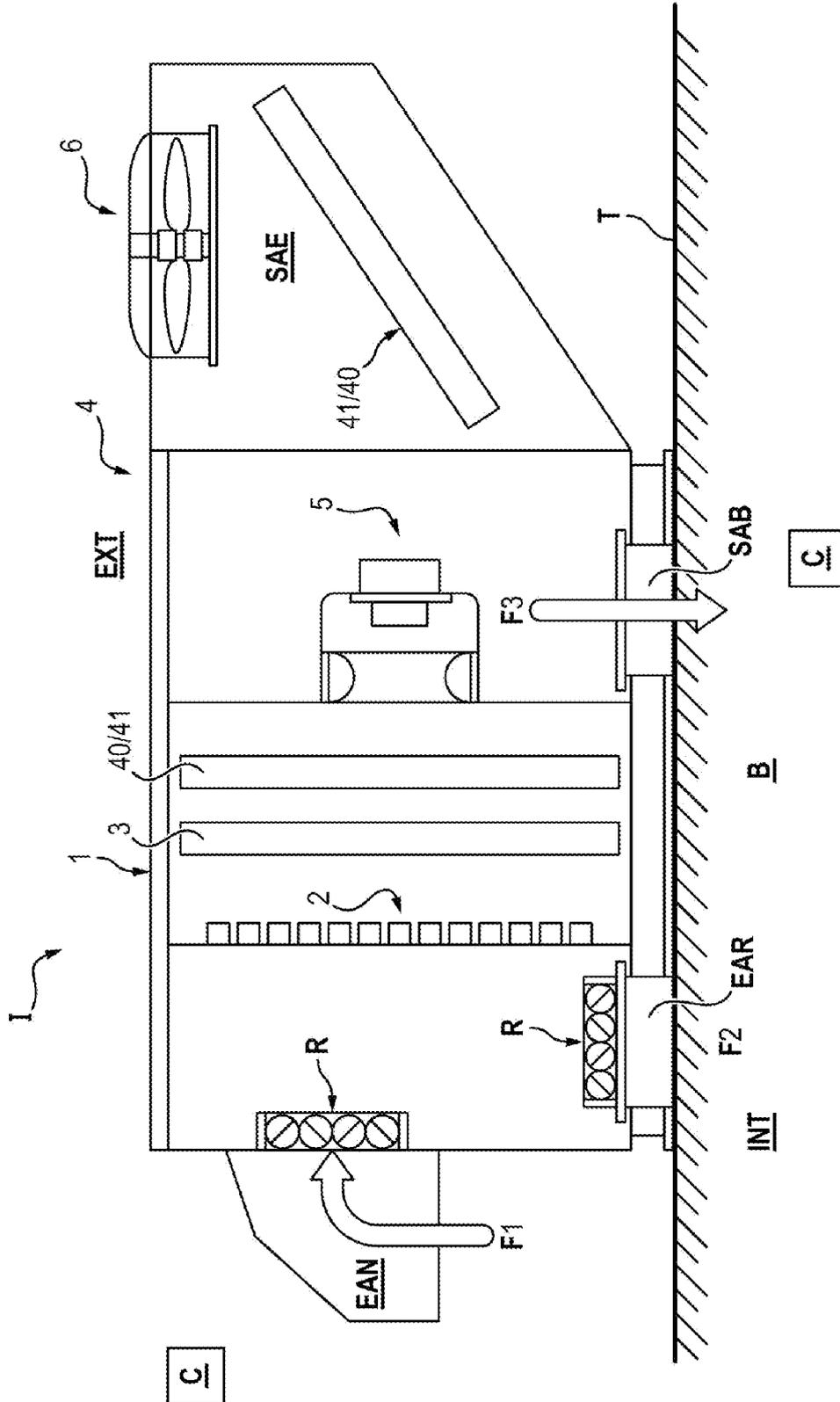
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

CN 108 224 628 A (UNIV XIAN POLYTECHNIC)
29 juin 2018 (2018-06-29)

WO 2018/179014 A1 (EVOLVING LIVING
INNOVATION CENTER E L I C S R L [IT])
4 octobre 2018 (2018-10-04)

CN 108 844 155 A (UNIV XIAN POLYTECHNIC)
20 novembre 2018 (2018-11-20)

CN 104 930 619 B (UNIV XI AN POLYTECHNIC)
15 mai 2018 (2018-05-15)

US 4 505 327 A (ANGLE LONNIE L [US] ET AL)
19 mars 1985 (1985-03-19)

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

NEANT

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

NEANT