



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.10.2017 Bulletin 2017/40

(51) Int Cl.:
F24F 11/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17163814.1**

(22) Date de dépôt: **30.03.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **01.04.2016 FR 1652884**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **ALESSI, Franck**
73000 Chambéry (FR)
• **FOUCQUIER, Aurélie**
73000 Chambéry (FR)

(74) Mandataire: **Novaimo**
ActiTech 8
60 avenue Marie Curie
Archamps Technopole
74166 Saint Julien-en-Genevois Cedex (FR)

(54) **PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE PILOTAGE D'UN SYSTÈME DE VENTILATION ÉQUIPANT UN ESPACE INTÉRIEUR D'UN BÂTIMENT**

(57) Le procédé de pilotage comprend une étape (E2) de localisation lors de laquelle on localise X_i occupant(s) dans au moins une zone Z_i de l'espace intérieur, X_i étant supérieur ou égal à un ; une étape (E5) de détermination d'une composante occupant ($CO(Z_i)$) de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans

la zone Z_i , à partir de débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i ; une étape (E7) de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prenant en compte ladite composante occupant déterminée.

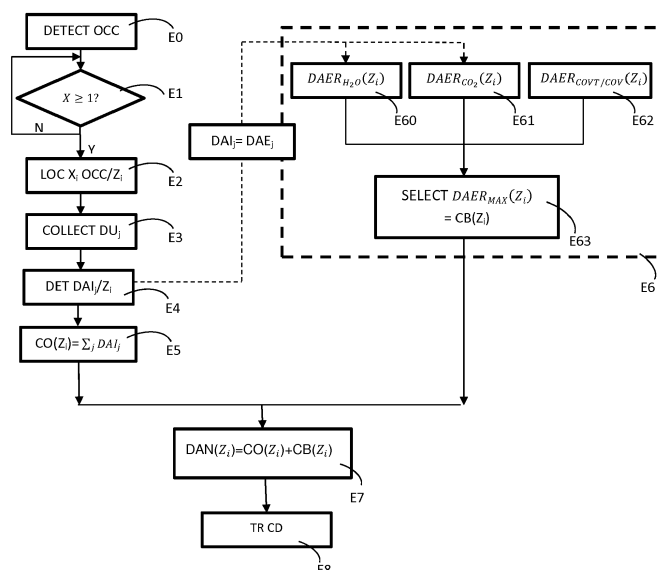


FIGURE 4

Description

Domaine technique de l'invention

5 **[0001]** L'invention concerne un procédé de pilotage d'un système de ventilation équipant un espace intérieur d'un bâtiment. Elle concerne également un système de pilotage du système de ventilation, une installation de ventilation et un bâtiment équipé d'une telle installation.

État de la technique

10 **[0002]** Dans le domaine du bâtiment (résidentiel ou non résidentiel), la qualité de l'air intérieur est une préoccupation de santé importante. Les critères à satisfaire pour préserver la qualité de l'air intérieur d'un local ou espace intérieur d'un bâtiment font généralement l'objet de réglementations nationales. En France, l'article R.111.9 du code de la construction et de l'habitation impose que les logements doivent bénéficier d'un renouvellement de l'air et d'une évacuation
15 des émanations tels que les taux de pollution de l'air intérieur du local ne constituent aucun danger pour la santé et que les condensations puissent être évitées, sauf de façon passagère. Les modalités d'application de cette disposition légale sont définies par deux arrêtés du 24 mars 1982 et du 28 octobre 1983. Ces arrêtés spécifient, entre autres, les points suivants :

- 20 - La circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service ;
- Le système d'aération doit comporter :
 - 25 ◦ des entrées d'air dans toutes les pièces principales (séjour, chambres) réalisées par des orifices en façades, des conduits à fonctionnement naturel ou des dispositifs mécaniques ;
 - des sorties d'air dans les pièces de service (cuisines, salles de bains ou de douches et toilettes) réalisées par les conduits verticaux à tirage naturel ou des dispositifs mécaniques ;
- L'air doit pouvoir circuler librement des pièces principales vers les pièces de service ;
- 30 - Le système de ventilation (mécanique et/ou à fonctionnement naturel) doit permettre de satisfaire des exigences de débits d'air extrait fixés, exprimés en m³/h (notamment un débit total minimal, un débit minimal en cuisine, etc.) qui varient en fonction du nombre de pièces principales.

35 **[0003]** En définitive, cette réglementation impose des débits entrants et sortants à mettre en oeuvre pour un renouvellement suffisant de l'air dans les locaux. Généralement, le renouvellement de l'air est assuré par un système de ventilation comportant des dispositifs de ventilation mécanique contrôlée, ou « VMC », installés dans les pièces principales et dans les pièces de service des locaux.

40 **[0004]** Actuellement, des préoccupations environnementales conduisent à rechercher une meilleure efficacité énergétique dans le bâtiment, notamment en réduisant la quantité d'énergie consommée pour répondre aux différents besoins liés à l'utilisation du bâtiment, ces besoins incluant la ventilation. Dans un tel contexte, il paraît judicieux de pouvoir moduler les débits de ventilation, ou le taux de renouvellement de l'air, du bâtiment ou des locaux notamment en fonction des besoins réels.

45 **[0005]** On connaît une norme référencée NF EN 15251 intitulée « *Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique* » qui spécifie la manière dont les critères de conception du bâtiment peuvent être établis et utilisés pour le dimensionnement des systèmes, notamment du système de ventilation. Cette norme prévoit différentes méthodes de calcul du débit total de ventilation pour une pièce. L'une de ces méthodes est basée sur l'occupation humaine et sur les composants du bâtiment. Le débit total de ventilation calculé pour une pièce comporte alors deux composantes :
50 une composante a) de ventilation pour la pollution due à l'occupation humaine et une composante b) de ventilation pour la pollution due au bâtiment et aux systèmes. La composante a) est fonction d'un nombre de personnes occupant la pièce et d'un débit de ventilation par personne, fixé et prédéterminé, destiné à diluer les émissions ou bio-effluents dues à la personne. La composante b) tient compte de la surface de la pièce et d'un débit de ventilation requis, fixé, par unité de surface, pour les émissions dues au bâtiment. Les débits de ventilation utilisés pour les émissions dues à la personne et pour le bâtiment sont fixes et déterminés de façon obscure. Il en résulte un manque de précision de la méthode de
55 calcul du débit de ventilation.

[0006] La présente invention vient améliorer la situation.

Objet de l'invention

[0007] A cet effet, l'invention concerne un procédé de pilotage d'un système de ventilation équipant un espace intérieur d'un bâtiment, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une étape de localisation lors de laquelle on localise X_i occupant(s) dans au moins une zone Z_i de l'espace intérieur, X_i étant supérieur ou égal à un ;
- une étape de détermination d'une composante occupant de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans la zone Z_i , à partir de débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i ;
- une étape de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prenant en compte ladite composante occupant déterminée.

[0008] Grâce à l'invention, on ventile la zone Z_i de l'espace intérieur d'un bâtiment avec un débit de ventilation (ou taux de renouvellement d'air) qui tient compte des besoins réels liés à la présence d'occupants dans cette zone Z_i . Chaque occupant est localisé dans une zone Z_i de l'espace intérieur. Le débit d'air (à insuffler et/ou à extraire) dans la zone Z_i peut ainsi être calibré pour satisfaire les besoins respiratoires en air du ou des occupants de cette zone.

[0009] Dans un mode de réalisation particulier, le procédé comprend une étape de collecte de données utiles propres à chaque occupant de la zone Z_i , par voie de communication radio, auprès d'un objet communicant de surveillance dudit occupant, et une étape de détermination, pour chaque occupant de la zone Z_i , d'un débit d'air inspiré par l'occupant à partir des données utiles collectées.

[0010] Des données utiles propres à chaque occupant de la zone Z_i de l'espace intérieur sont collectées au moyen d'un objet communicant (ou « objet connecté ») de suivi de l'occupant et permettent de déterminer de façon précise et fiable un débit d'air inspiré par cet occupant. L'air neuf est apporté dans la zone Z_i de l'espace intérieur d'un bâtiment avec un débit de ventilation (ou le taux de renouvellement d'air neuf) qui tient compte des besoins réels liés à la présence d'occupants dans cette zone Z_i et à leur activité. Ainsi, il peut s'avérer inutile de faire fonctionner certains dispositifs de ventilation dans certains cas, par exemple en l'absence d'occupant dans l'espace intérieur, ou au contraire nécessaire de les faire fonctionner à plein régime de façon à ventiler davantage que prévu par la réglementation lorsque de nombreux occupants sont présents dans l'espace intérieur.

[0011] Avantagement, ladite composante occupant est déterminée en calculant la somme des débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i . La composante occupant de débit d'air neuf pour la zone Z_i est en définitive égale à la somme des débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i , ce qui permet d'apporter une quantité d'air neuf supplémentaire dans la zone Z_i qui est calibrée sur les besoins exacts, réels des occupants de cette zone Z_i .

[0012] Avantagement encore, le procédé comprend une étape de détermination d'une composante bâtiment de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur pour satisfaire des critères sanitaires dans ladite zone Z_i , et en ce que l'étape de détermination du débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prend en compte la composante occupant et la composante bâtiment, notamment par addition des deux composantes, avantagement par addition et pondération des deux composantes. La somme des composantes occupant et bâtiment permet de déterminer un débit d'air neuf qui est calibré pour satisfaire les besoins respiratoires des occupants de la zone Z_i et des critères sanitaires minima prédéfinis de cette zone Z_i .

[0013] Dans un mode de réalisation particulier, les données utiles relatives à un occupant comprennent la fréquence cardiaque, le sexe et l'âge de l'occupant, et avantagement la surface corporelle, la taille et/ou un indicateur de pathologie chronique de l'occupant, et le débit d'air inspiré par ledit occupant est déterminé au moyen d'une fonction affine de la forme $f(x) = a \cdot x + b$ où la variable x représente la fréquence cardiaque de l'occupant et les coefficients a , b sont des constantes calculées en fonction du sexe et de l'âge de l'occupant, et avantagement de la surface corporelle, de la taille et/ou de l'indicateur de pathologie chronique de l'occupant.

[0014] Avantagement, trois plages de fréquences cardiaques FC, respectivement de fréquences basses, de fréquences moyennes et de fréquences élevées, qui sont respectivement associées à trois couples de coefficients (a_1, b_1) ; (a_2, b_2) ; (a_3, b_3) respectifs distincts, et en ce que, pour calculer le débit d'air inspiré par un occupant, on utilise le couple de coefficients associé à la plage de fréquences à laquelle appartient la fréquence cardiaque de l'occupant. La connaissance de paramètres physiologiques d'un occupant tels que sa fréquence cardiaque, son poids, son âge et son sexe, permet d'évaluer de façon fiable, en temps réel, le débit d'air inspiré, ou « ventilation minute », par cet occupant. Grâce à cela, on détermine, de façon simple et précise, la composante occupant de débit (ou de façon équivalente de taux de renouvellement) d'air neuf à apporter qui est adéquate pour satisfaire les besoins réels des occupants, en fonction de leurs activités.

[0015] Dans un autre mode de réalisation, le procédé comprend une étape de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la teneur en eau dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil de teneur en eau souhaité, lors que laquelle on tient compte de la vapeur d'eau émise par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration, le débit d'air expiré par un occupant étant pris égal au débit d'air inspiré par ledit occupant.

[0016] Avantageusement, le procédé comprend une étape de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire souhaité, lors de laquelle on tient compte du dioxyde de carbone émis par les N occupants de la zone Z_i lors de l'expiration, le débit d'air expiré par un occupant étant pris égal au débit d'air inspiré par ledit occupant.

[0017] Ainsi, les occupants sont des sources de pollution car en expirant ils émettent de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone. Connaissant le débit d'air inspiré par un occupant, on en déduit le débit d'air expiré par cet occupant (égal au débit inspiré) et, par conséquent, les débits de CO_2 et d' H_2O que cet occupant émet dans l'air intérieur. Les débits de CO_2 et d' H_2O émis par les occupants dans une zone de l'espace intérieur sont pris en compte pour déterminer la composante bâtiment du débit d'air neuf à apporter à cette zone.

[0018] Avantageusement, le procédé comprend pour chaque polluant d'un ensemble de polluants, une étape de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la concentration dudit polluant dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire souhaité, et l'étape de détermination de la composante bâtiment de débit d'air dans la zone Z_i de l'espace intérieur pour diluer ledit polluant comporte la sélection du débit maximal parmi la pluralité de débits d'air extérieur requis déterminés pour les différents polluants.

[0019] Avantageusement encore, le procédé comprend une étape de transmission d'une commande de réglage d'un débit de ventilation à au moins un dispositif de ventilation de la zone Z_i afin de régler un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone égal au débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i déterminé.

[0020] L'invention concerne aussi un système de pilotage d'un système de ventilation équipant un espace intérieur d'un bâtiment, caractérisé en ce qu'il comprend

- un module de localisation destiné à localiser X_i occupant(s) dans au moins une zone Z_i de l'espace intérieur, X_i étant supérieur ou égal à un ;
- un module de détermination d'une composante occupant de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans la zone Z_i , à partir de débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i et ;
- un module de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prenant en compte la composante occupant déterminée.

[0021] Avantageusement, le système de pilotage comprend tout ou partie des caractéristiques additionnelles suivantes :

- le système comprend un module de collecte destiné, en coopération avec un module de communication par voie radio, à collecter des données utiles propres à chaque occupant de la zone Z_i auprès d'un objet communicant de surveillance dudit occupant, et en ce que le module de détermination d'une composante occupant est agencé pour déterminer, pour chaque occupant de la zone Z_i , un débit d'air inspiré par l'occupant à partir des données utiles collectées propres à l'occupant ;
- le système comprend un module de détermination d'une composante bâtiment de débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur pour satisfaire des critères sanitaires dans ladite zone Z_i , et en ce que le module de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prend en compte la composante occupant et la composante bâtiment, notamment par addition des deux composantes ;
- le module de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la teneur en eau dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire de teneur en eau souhaité, en tenant compte de la vapeur d'eau émise par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration ;
- le module de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur de ladite zone de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire de dioxyde de carbone souhaité, en tenant compte du dioxyde de carbone émis par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration ;
- pour chaque polluant d'un ensemble de polluants, le module de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en polluant dans l'air intérieur de ladite zone de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire dudit polluant souhaité, et pour sélectionner le débit maximal parmi la pluralité de débits d'air extérieur requis déterminés pour les différents polluants.

[0022] L'invention concerne encore une installation de ventilation comportant un système de ventilation et un système de pilotage tel qu'il vient d'être défini.

[0023] L'invention concerne enfin un bâtiment comportant un espace intérieur équipé d'une installation de ventilation

telle que définie ci-dessus.

Description sommaire des dessins

- 5 **[0024]** L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante du procédé et d'un système de pilotage d'un système de ventilation d'un espace intérieur d'un bâtiment selon un mode de réalisation particulier de l'invention et, en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- La figure 1 représente un schéma simplifié d'un espace intérieur équipé d'un système de ventilation et d'un système
 - 10 de pilotage de la ventilation ;
 - La figure 2 représente un schéma bloc fonctionnel du système de pilotage, selon un exemple particulier de réalisation ;
 - La figure 3 représente un schéma bloc fonctionnel d'un objet connecté équipant un occupant de l'espace intérieur, selon un exemple particulier de réalisation ;
 - 15 - La figure 4 un organigramme des différentes étapes du procédé de pilotage, selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation particuliers de l'invention

20 **[0025]** Le procédé de pilotage de l'invention permet de piloter un système de ventilation 100 qui équipe un espace intérieur 200 d'un bâtiment, afin de régler le ou les débits de ventilation d'air dans l'espace intérieur 200. Il est mis en oeuvre par un système de pilotage 300 du système de ventilation 100.

[0026] Le système de ventilation 100 comporte un ensemble de dispositifs, ou bouches, de ventilation, installés dans différentes pièces de l'espace intérieur, avantageusement dans chaque pièce. Les bouches de ventilation comprennent des bouches d'insufflation, ou de soufflage, pilotables (ou mécaniques) destinées à diffuser de l'air neuf pulsé ou insufflé dans le bâtiment et/ou des bouches d'extraction pilotables (ou mécaniques) destinées à évacuer l'air vicié ou pollué vers l'extérieur du bâtiment. Les bouches de ventilation peuvent en variante être des bouches d'insufflation et d'extraction, c'est-à-dire des bouches d'insufflation aptes à fonctionner également en extraction. Les bouches de ventilation pilotables (ou mécaniques) intègrent un moteur d'entraînement dont la vitesse peut être modulée afin de moduler la vitesse d'insufflation d'air et/ou la vitesse d'extraction d'air. Des bouches de ventilation naturelle (par insufflation et/ou extraction) peuvent également être prévues. Le système de ventilation peut être adapté pour réaliser de l'insufflation mécanique pure (par insufflation mécanique et extraction naturelle), de l'extraction mécanique pure (par insufflation naturelle et extraction mécanique) ou à la fois de l'insufflation mécanique et de l'extraction mécanique. La vitesse d'insufflation des bouches d'insufflation mécanique et/ou la vitesse d'extraction des bouches d'extraction mécanique peuvent être réglées par le système de pilotage.

[0027] Le bâtiment peut être résidentiel ou non résidentiel. Il contient au moins un espace intérieur (ici l'espace intérieur 200), équipé du système de ventilation 100 pilotable.

[0028] Par les termes « espace intérieur » d'un bâtiment, on entend désigner l'intégralité ou une partie de l'intérieur d'un bâtiment (par exemple un appartement dans un immeuble, l'intérieur d'une maison ou une salle de concert dans un bâtiment non résidentiel). L'espace intérieur peut être divisé en plusieurs zones. Notons « M » le nombre de zones, avec $M > 1$, de l'espace intérieur 200 et « i » l'indice d'une zone « Z_i », avec $i = 1, 2, \dots, M$. Chaque zone Z_i est couverte (ou équipée) par au moins une bouche d'insufflation et au moins une bouche d'extraction qui coopèrent pour renouveler l'air dans la zone considérée par apport ou insufflation d'air neuf et extraction ou évacuation d'air vicié, ou bien par au moins une bouche d'insufflation et d'extraction. Par exemple, dans le cas d'un appartement dans un immeuble résidentiel, cet espace intérieur peut comprendre les zones suivantes : une cuisine, un séjour, une première chambre, une deuxième chambre, une salle de bains et des toilettes. Bien entendu, l'espace intérieur équipé du système de ventilation pourrait ne comprendre qu'une seule zone. On note X_i le nombre d'occupant(s) dans la zone Z_i , avec $X_i \geq 1$ dans la ou les zones Z_i contenant au moins un occupant et $X_i = 0$ dans la ou les zones Z_i sans occupant.

[0029] Le système de pilotage 300 permet de piloter le système de ventilation 100 en tenant compte, d'une part, des charges polluantes présentes dans l'air de l'espace intérieur 200 et, d'autre part, du ou des éventuels occupants présents dans l'espace intérieur 200. Avantageusement, le pilotage de la ventilation vise également à optimiser (c'est-à-dire à limiter) la consommation énergétique du système de ventilation 100. A cet effet, le débit d'air, par exemple le débit d'air neuf d'apport extérieur, est modulé de sorte à satisfaire « a minima », c'est-à-dire de façon minimale ou au plus juste, des critères sanitaires de qualité d'air intérieur (ou « QAI »). Ces critères sanitaires de QAI peuvent être des valeurs réglementaires et/ou normatives. Plus précisément, on cherche à régler un débit d'air, par exemple un débit d'air neuf entrant, qui soit réduit au minimum, au plus juste, pour satisfaire les critères sanitaires relatifs à la qualité d'air intérieur, ou « QAI », de façon modulable notamment pour s'adapter en temps réel aux charges polluantes contenues dans l'air intérieur (dont une partie provient de l'air extérieur) et à la présence éventuelle d'occupant(s) dans l'espace intérieur et,

le cas échéant, à l'activité de ces occupants. Une telle modulation du débit de ventilation, ou débit d'air, permet de limiter la consommation énergétique du système de ventilation et donc d'améliorer l'efficacité ou la performance énergétique du bâtiment, tout en garantissant une bonne qualité d'air intérieur.

[0030] Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, chaque occupant de l'espace intérieur 200 du bâtiment est équipé d'un objet connecté, ou communicant, ayant une fonction de surveillance, ou de suivi, de l'occupant. Notons j l'indice d'un occupant U_j et OB_j l'objet connecté de l'occupant U_j . L'objet OB_j est de préférence porté par l'utilisateur U_j . Il peut s'agir d'un téléphone mobile ou « smartphone », d'un bracelet, d'une montre, ou de tout autre dispositif de ce type. L'objet connecté OB_j a pour fonction de collecter et si besoin de suivre des données utiles DU_j propres à l'utilisateur j . Ces données utiles DU_j peuvent comprendre :

- un indicateur de présence de l'utilisateur U_j indiquant s'il est présent dans l'espace intérieur 200 du bâtiment ou bien absent ;
- des données de localisation de l'utilisateur U_j , indiquant où se trouve l'utilisateur U_j , ici dans quelle zone de l'espace intérieur 200 du bâtiment ;
- des données physiques et/ou morphologiques relatives à l'utilisateur U_j , ici son poids P_j , son sexe S_j , et son âge A_j ;
- des données d'activité de l'utilisateur U_j , en l'espèce sa fréquence cardiaque FC_j .

[0031] En référence à la figure 3, l'objet connecté OB_j comporte une interface utilisateur 1, un module de communication 2, un module de localisation 3, un capteur de fréquence cardiaque 4, une mémoire de stockage 5 et une unité centrale de commande 6.

[0032] L'interface utilisateur 1 comprend des moyens matériels et logiciels pour permettre à un utilisateur U_j de saisir et mémoriser dans la mémoire 5 certaines données utiles propres à l'utilisateur U_j , notamment des données physiques et/ou morphologiques telles que son âge A_j , son sexe S_j , et son poids P_j .

[0033] Le module de communication 2 comprend des moyens matériels et logiciels de communication par voie radio, ici à courte distance. Il utilise par exemple la technologie bluetooth ou wifi. Le module de communication 2 est agencé pour communiquer par voie radio avec le système de pilotage 300 du système de ventilation 100, notamment à des fins de détection de présence et de localisation dans l'espace intérieur 200.

[0034] Le module de localisation 3 est adapté pour coopérer avec un dispositif de localisation du système de pilotage 300 pour localiser l'utilisateur U_j qui possède l'objet connecté OB_j dans l'espace intérieur 200. La localisation utilise une technique de localisation en intérieur. Elle permet ici de déterminer dans quelle zone Z_i de l'espace intérieur 200 l'utilisateur U_j se trouve. Le capteur de fréquence cardiaque 4 est destiné à mesurer la fréquence cardiaque FC_j de l'utilisateur U_j portant l'objet connecté OB_j .

[0035] La mémoire 5 est destinée à stocker les données utiles DU_j propres à l'utilisateur U_j (données physiques saisies par l'utilisateur, fréquence cardiaque mesurée et éventuellement données de localisation et indicateur de présence déterminés, habitudes).

[0036] Tous les éléments de l'objet connecté ou communicant OB_j sont reliés à l'unité centrale de commande 6, qui est destinée à recevoir des données de l'objet connecté OB_j .

[0037] En référence à la figure 2, le système de pilotage 300 du système de ventilation 100 comprend les éléments suivants :

- un module 10 de communication radio, adapté pour communiquer par voie radio avec les objets connectés OB_j des occupants U_j présents dans l'espace intérieur 200, et avec les dispositifs, ou bouches, de ventilation du système de ventilation 100 ;
- un module de détection de présence 11, destiné à détecter la présence d'éventuels occupants dans l'espace intérieur 200 ;
- un dispositif de localisation 12, destiné à coopérer avec les objets connectés OB_j afin de localiser le ou les occupants détectés dans l'espace intérieur 200 (c'est-à-dire déterminer dans quelle zone Z_i de l'espace intérieur 200 ils se trouvent) ;
- un module de collecte de données 13 destiné à collecter des données utiles relatives aux occupants de l'espace intérieur 200, telles que leur sexe S_j , leur âge A_j et leur fréquence cardiaque FC_j , auprès des objets connectés portés par ces occupants ;
- un module 14 de détermination d'une composante « occupant » de débit de ventilation, ou débit d'air extérieur requis, ou « DAER », (c'est-à-dire de débit d'air neuf à insuffler dans chaque zone Z_i et/ou à extraire de débit d'air vicié à extraire de chaque zone Z_i) pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200 afin de compenser la consommation en air des occupants de cette zone Z_i ;
- un module 15 de détermination d'une composante « sanitaire » ou « bâtiment » de débit de ventilation, ou débit d'air extérieur requis, ou « DAER » (c'est-à-dire de débit d'air neuf à insuffler dans chaque zone Z_i et/ou à extraire de débit d'air vicié à extraire de chaque zone Z_i) pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200 afin de satisfaire

des critères sanitaires dans cette zone Z_i ;

- un module 16 de détermination d'un débit (total) de ventilation, ou débit d'air extérieur requis ou « DAER », (c'est-à-dire de débit d'air neuf à insuffler dans chaque zone Z_i et/ou à extraire de débit d'air vicié à extraire de chaque zone Z_i), pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200 ;
- un module 17 de génération et de transmission de commandes à des dispositifs de ventilation du système de ventilation 100 ;
- une mémoire de stockage 18 ;
- une unité centrale de commande 19, à laquelle les différents modules du système de pilotage sont connectés et destinée à en contrôler le fonctionnement.

[0038] La communication entre le système de pilotage 300 et le système de ventilation 100 pourrait être filaire, au lieu d'être radio.

[0039] On va maintenant décrire, en référence à la figure 4, le procédé de pilotage du système de ventilation 100 de l'espace intérieur 200 du bâtiment, selon un mode particulier de réalisation de l'invention. Ce procédé correspond au fonctionnement du système de pilotage 300.

[0040] Le procédé comprend une étape E0 de détection de la présence d'un ou plusieurs éventuels occupants dans l'espace intérieur 200. Cette étape E0 est mise en oeuvre par le module de détection 11 du système de pilotage 300, en coopération avec le module de communication 10. Par exemple, sur commande du module de détection 11, le module de communication radio 10 du système de pilotage 300 émet régulièrement une requête de présence par voie radio, en mode multicast (c'est-à-dire vers l'ensemble des objets communicants récepteurs présents dans l'espace intérieur 200). Dans le cas où un ou plusieurs utilisateurs U_j équipés chacun d'un objet connecté ou communicant OB_j sont présents dans l'espace intérieur 200, chaque objet connecté OB_j reçoit la requête de présence et y répond par l'envoi d'un message de présence contenant un identifiant (ou des données d'identification) de l'occupant U_j et un indicateur de présence dans l'espace intérieur 200. Le système de pilotage 300 reçoit le ou les messages de présence par voie radio et le module de détection 11 détecte ainsi la présence d'un ou plusieurs occupant(s) U_j dans l'espace intérieur 200. Les données d'identification ou identifiants des occupants détectés sont enregistrés dans la mémoire 18.

[0041] Notons X le nombre total d'occupants U_j présents dans l'espace intérieur 200, avec ici $X \geq 0$. Le procédé comprend une étape de test E1, afin de vérifier si au moins un occupant est détecté dans l'espace intérieur 200, autrement dit si $X \geq 1$. Si le test E1 est positif, la présence d'au moins un occupant ayant été détectée dans l'espace intérieur 200, le procédé passe à l'étape E2 (branche Y sur la figure 4). Sinon, autrement dit si $X=0$ aucun occupant n'étant détecté dans l'espace intérieur 200, le test E1 est réitéré à intervalles de temps réguliers (branche N sur la figure 4). On pourrait envisager de ne déclencher la mise en oeuvre des étapes E2 et suivantes que si la présence d'un nombre minimal N d'occupants est détectée, avec $N > 1$, par exemple $N=10$.

[0042] L'étape E2 vise à localiser chaque occupant U_j détecté dans l'espace intérieur 200. Elle est mise en oeuvre par le dispositif de localisation 12 (éventuellement en coopération avec le module de communication 10). La localisation vise ici à déterminer dans quelle zone Z_i de l'espace intérieur 200 se trouve l'occupant U_j . Elle est basée sur toute technique de localisation adaptée pour positionner un objet en intérieur. Par exemple, la localisation d'un objet OB_j dans l'espace intérieur 200 utilise la technique RFID. Notons X_i le nombre d'occupants U_j présents dans la zone Z_i , avec $X_i = 0$ ou $X_i \geq 1$ selon que la zone Z_i est vide d'occupant ou bien contient un ou plusieurs occupants. Pour chaque occupant U_j , on mémorise la zone Z_i dans laquelle il est localisé, en association avec les données d'identification de l'occupant U_j , dans la mémoire 18.

[0043] Après détection et localisation des X occupants U_j dans l'espace intérieur 200, le module de localisation 12 du système de pilotage 300 peut déterminer le nombre d'occupants X_i dans chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200. Supposons ici, à titre d'exemple illustratif, que :

- l'espace intérieur 200 comporte trois zones Z_1 , Z_2 , Z_3 et
- il y a X_1 occupants dans une première zone Z_1 et X_2 occupants dans une deuxième zone Z_2 , avec $X = X_1 + X_2$, la troisième zone Z_3 n'ayant aucun occupant.

[0044] Lors d'une étape de collecte E3, le système de pilotage 300 collecte des données utiles DU_j propres à chaque occupant U_j détecté. Cette étape E3 est mise en oeuvre par le module de collecte 13, ici en coopération avec le module de communication 10. Ces données utiles DU_j comprennent ici le sexe S_j , l'âge A_j et la fréquence cardiaque FC_j de l'occupant U_j . Elles pourraient comprendre d'autres données propres à l'occupant U_j telles que la surface corporelle SC_j , ou taille T_j , ou un indicateur de pathologie chronique (ex: asthme).... Elles sont transmises par l'objet connecté OB_j au système de pilotage 300, sur requête de celui-ci, par voie radio. Les données utiles DU_j de chaque occupant U_j sont mémorisées dans la mémoire 18, en association avec les données d'identification de cet occupant U_j .

[0045] Le procédé se poursuit ensuite par une étape E4 de détermination, pour chaque occupant U_j , d'un débit d'air inspiré par l'occupant U_j , noté DAI_j , à partir des données utiles collectées relatives à cet occupant U_j . Dans le mode de

réalisation particulier décrit ici, le débit d'air inspiré par l'occupant U_j , DAI_j , est évalué au moyen d'une fonction affine de la forme :

$$f(x) = a \cdot x + b$$

où

- la variable x représente la fréquence cardiaque FC_j de l'occupant U_j ,
- les coefficients a, b sont des constantes calculées ici en fonction du sexe S_j et de l'âge A_j de l'occupant U_j ;
- $f(x)$ représente le débit d'air inspiré par l'occupant j , DAI_j .

[0046] Dans le cas où les données utiles comprennent d'autres données propres à l'occupant U_j (par exemple la surface corporelle SC_j , la taille T_j et/ou un indicateur de pathologie chronique), le calcul des coefficients a, b peut prendre en compte ces autres données de l'occupant U_j .

[0047] Plus précisément ici, trois plages de fréquences cardiaques, comportant une plage P_{fb} de fréquences basses, ici inférieures à 80 bpm (battements par minute), une plage P_{fm} de fréquences moyennes, ici comprises entre 80 bpm et 140 bpm, et une plage P_{fh} de fréquences hautes ou élevées, ici strictement supérieures à 140 bpm, sont définies au sein du système de pilotage 300. Ces trois plages P_{fb} , P_{fm} et P_{fh} sont respectivement associées à trois couples de coefficients (a_1, b_1) ; (a_2, b_2) ; (a_3, b_3) distincts. Pour évaluer le débit d'air inspiré par un occupant U_j , le système de pilotage 300 détermine à quelle plage de fréquences appartient la fréquence cardiaque de l'occupant, sélectionne le couple de coefficients associé à cette plage de fréquences et calcule une évaluation du débit d'air inspiré par l'occupant j à l'aide de la fonction affine utilisant le couple de coefficients sélectionnés. Le débit d'air inspiré par l'occupant j , DAI_j , est calculé par les relations suivantes :

- si $FC_j < 80 \text{ bpm}$, $DAI_j = a_1 \cdot FC_j + b_1$;
- si $80 \text{ bpm} \leq FC_j \leq 140 \text{ bpm}$, $DAI_j = a_2 \cdot FC_j + b_2$;
- $140 \text{ bpm} > FC_j$, $DAI_j = a_3 \cdot FC_j + b_3$.

[0048] Le système de pilotage 300 calcule ainsi le débit respiratoire inspiré par chaque occupant U_j dans chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200. Cette étape E4 est ici mise en oeuvre par le module 14 de détermination d'une composante occupant de débit d'air extérieur requis.

[0049] En variante, le système de pilotage 300 pourrait attribuer une valeur prédéfinie, fixe, de débit d'air inspiré à chaque occupant, par exemple égale à une valeur moyenne de débit d'air inspiré par une personne.

[0050] Le système de pilotage 300 détermine ensuite un débit d'air ou de ventilation pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200. Dans l'exemple de réalisation décrit ici, le système de pilotage 300 détermine un débit d'air à insuffler, autrement dit un débit de ventilation par insufflation. A cet effet, il détermine une composante « occupant » $CO(Z_i)$ de débit d'air à apporter dans la zone Z_i , lors d'une étape E5, et une composante « bâtiment » ou « sanitaire » $CB(Z_i)$ de débit d'air à apporter dans la zone Z_i , lors d'une étape E6. L'air neuf apporté dans une zone Z_i de l'espace intérieur 200 a pour double fonction de compenser la consommation en air par le ou les éventuels occupants de la zone Z_i et de diluer la pollution dans cette zone Z_i . La composante « occupant » $CO(Z_i)$ de débit d'air neuf à insuffler correspond au débit de ventilation pour diluer la pollution due à l'occupation par des personnes de la zone Z_i . Elle vise à répondre aux besoins sanitaires de l'occupant à l'inspiration de manière instantanée ou quasi-instantanée. Il s'agit de la fraction du débit total de ventilation qui est destinée à compenser l'air consommé par le ou les X_i occupants d'une zone Z_i . La composante « bâtiment » ou « sanitaire » $CB(Z_i)$ de débit d'air neuf à insuffler correspond au débit de ventilation pour diluer la pollution liée au bâtiment. Il s'agit de la fraction du débit total de ventilation qui est destinée à diluer la pollution dans l'air liée au bâtiment.

[0051] De façon alternative ou additionnelle, le système de pilotage 300 pourrait déterminer un taux de renouvellement d'air neuf ou TRA dans chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200. Ce taux TRA correspond au ratio du débit volume d'air neuf à insuffler dans la zone Z_i de l'espace intérieur 200 au volume de la zone Z_i . Le TRA s'exprime en h^{-1} .

[0052] Lors de l'étape E5, le système de pilotage 300 détermine la composante occupant $CO(Z_i)$ de débit d'air neuf à insuffler dans chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200. Cette composante occupant correspond aux besoins réels en air neuf de cette zone Z_i , destinés à compenser la consommation en air par les X_i occupants de cette zone Z_i . Si aucun occupant ne se trouve dans la zone Z_i , la composante occupant est nulle. Si un seul occupant se trouve dans la zone Z_i , la composante occupant $CO(Z_i)$ est égale au débit d'air inspiré par l'occupant U_j , soit DAI_j . Si plusieurs occupants se trouvent dans la zone Z_i , la composante occupant $CO(Z_i)$ est égale à la somme des débits d'air inspirés par les X_i occupants de la zone Z_i , soit $\sum_j DAI_j$. La ventilation peut ainsi être personnalisée, chaque occupant recevant le débit qui lui convient. Dans l'exemple de réalisation décrit ici, il y a X_1 occupants dans la zone Z_1 , X_2 occupants dans la zone Z_2 et aucun occupant dans la zone Z_3 . Le système de pilotage 300 calcule :

- la composante occupant $CO(Z_1)$ pour la zone Z_1 en additionnant les débits d'air inspirés par les X_1 occupants de cette zone Z_1 , qui correspond à un débit respiratoire utile pour les occupants de la zone Z_1 et
- une composante occupant $CO(Z_2)$ pour la zone Z_2 , en additionnant les débits d'air inspirés par les X_2 occupants de cette zone Z_2 , qui correspond à un débit respiratoire utile pour les occupants de la zone Z_2 .

[0053] La composante occupant $CO(Z_3)$ de la zone Z_3 est nulle.

[0054] L'étape E5 est mise en oeuvre par le module 14 de détermination d'une composante occupant de débit d'air extérieur requis.

[0055] Lors de l'étape E6, le système de pilotage 300 détermine la composante bâtiment ou sanitaire $CB(Z_i)$ de débit d'air neuf à insuffler dans chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200, destinée à diluer des charges polluantes relatives à plusieurs types de polluants potentiellement présents dans l'air de l'espace intérieur 200. Cette étape E6 est mise en oeuvre par le module 15 de détermination d'une composante bâtiment de débit d'air extérieur requis. Dans l'exemple décrit ici, les polluants pris en compte sont la vapeur d'eau ou l'humidité, le dioxyde de carbone et les composés organiques volatils totaux (ou « COVT ») ou les composés organiques volatils (ou « COV »). Par l'expression « charge polluante » d'une substance, on entend désigner une concentration ou un pourcentage (ou taux) de cette substance dans l'air intérieur. Chaque type de polluant est associé en mémoire 18, dans le système de pilotage 300, à un seuil sanitaire ou seuil de pollution qui est par exemple égal à une valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI) ou une valeur réglementaire ou normative. Avantagusement, la composante sanitaire ou bâtiment $CB(Z_i)$ de chaque zone Z_i est déterminée de sorte à ce que les seuils sanitaires fixés soient satisfaits a minima, au plus juste, afin de limiter la consommation énergétique du système de ventilation.

[0056] L'étape E6 comprend ici les étapes, ou sous-étapes, E60, E61 et E62 de détermination des débits d'air neuf requis ou « DAER » pour diluer respectivement les charges polluantes de H_2O (ou d'humidité), de CO_2 et de COVT/COV. Ces différentes charges polluantes sont évaluées par toute méthode appropriée, notamment par des mesures à l'aide de capteurs, par apprentissage, par simulation et/ou par estimation. A cet effet, on tient compte avantagusement :

- de la qualité de l'air neuf insufflé dans la zone intérieure considérée Z_i , autrement dit des polluants véhiculés par l'air neuf insufflé dans la zone intérieure Z_i ;
- des polluants rejetés dans l'air de la zone intérieure Z_i par les éventuels occupants de cette zone Z_i (en respirant, le ou les occupants d'une zone Z_i rejettent dans celle-ci de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone).

[0057] Lors de l'étape E60, pour chaque zone Z_i , le système de pilotage 300 détermine le débit d'air neuf requis ou $DAER_{H_2O}(Z_i)$ pour obtenir le seuil sanitaire prédéfini S_{H_2O} de teneur en eau ou d'humidité absolue dans l'air intérieur. Dans le mode de réalisation particulier décrit ici, le débit $DAER_{H_2O}$ de la zone Z_i est calculé par la relation suivante :

$$DAER_{H_2O}(Z_i) = \frac{\sum_{n=1}^N d_{H_2O}^n(Z_i)}{S_{H_2O} - t_{H_2O}(EXT)}$$

où :

- $d_{H_2O}^n(Z_i)$ représente le débit d'eau apporté par une source n de pollution de la zone Z_i , exprimé en $g \cdot h^{-1}$;
- N représente le nombre de sources de pollution ;
- S_{H_2O} représente le seuil sanitaire de teneur en eau souhaité dans l'air intérieur de la zone Z_i , exprimé en g/kg (c'est-à-dire en gramme d'eau par kilogramme d'air sec), ce seuil étant par exemple compris entre 4 et 12 g/kg ;
- $t_{H_2O}(EXT)$ représente la teneur en eau dans l'air extérieur, qui peut être mesurée, exprimé en g/kg (c'est-à-dire en gramme d'eau par kilogramme d'air sec).

[0058] La zone Z_i peut contenir N sources de pollution en eau (séchoir à linge, douche, occupant(s)...). Ces sources comprennent le cas échéant les X_i occupants de la zone Z_i qui, en expirant, rejettent de la vapeur d'eau. Le débit d'eau apporté par chaque occupant U_j de la zone Z_i est évalué à partir du débit d'air expiré DAE_j par l'occupant U_j , qui est ici considéré comme égal au débit d'air inspiré DAI_j par l'occupant U_j (précédemment calculé). Typiquement, un occupant apporte un débit de 40 à 50 g d'eau par heure. Le débit d'eau apporté pour toute autre source peut être déterminé par mesure, apprentissage ou estimation.

[0059] Lors de l'étape E61, pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200, le système de pilotage 300 détermine le débit d'air neuf requis ou $DAER_{CO_2}(Z_i)$ pour atteindre le seuil sanitaire prédéfini S_{CO_2} de concentration en CO_2 dans l'air intérieur de la zone Z_i . Dans le mode de réalisation particulier décrit ici, le débit $DAER_{CO_2}(Z_i)$ est calculé par la

relation suivante :

$$DAER_{CO_2}(Z_i) = \frac{\sum_{p=1}^P d_{CO_2}^p}{(S_{CO_2} - C_{CO_2}(EXT)) \cdot 10^{-6}}$$

où :

- $d_{CO_2}^p$ représente le débit de CO₂ apporté par une source p de pollution en CO₂, exprimé en l.h⁻¹ (litre par heure) ;
- P représente le nombre de sources de pollution ;
- S_{CO_2} représente le seuil sanitaire de concentration en CO₂ souhaité dans l'air intérieur de la zone Z_i, exprimé en ppm, correspondant ici à une valeur VGAI pour le CO₂ ;
- $C_{CO_2}(EXT)$ représente la concentration en CO₂ dans l'air extérieur, qui peut être mesurée, exprimée en g/kg.

[0060] La zone Z_i peut contenir P sources de pollution en CO₂. Ces sources comprennent le cas échéant les X_i occupants de la zone Z_i qui, en expirant, rejettent du dioxyde de carbone. Le débit de CO₂ apporté par chaque occupant U_j de la zone Z_i est évalué à partir du débit d'air expiré par l'occupant, DAE_j, qui est ici considéré comme égal au débit d'air inspiré cet occupant, DA_j (précédemment calculé). Le débit de CO₂ apporté pour toute autre source peut être déterminé par mesure, apprentissage ou estimation.

[0061] Lors de l'étape E62, pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200, le système de pilotage 300 détermine le débit d'air neuf requis ou $DAER_{COVT/COV}(Z_i)$ pour obtenir le seuil sanitaire souhaité $S_{COVT/COV}$ de concentration en composés organiques totaux et/ou composés organiques dans l'air intérieur de la zone Z_i. A cet effet, le système de pilotage 300 évalue la concentration en COVT et/ou COV dans l'air intérieur de la zone Z_i, par mesure ou apprentissage ou simulation, et en tenant compte avantageusement de la concentration en COVT et/ou COV dans l'air extérieur apporté dans la zone Z_i. A partir de la concentration en COVT et/ou COV évaluée dans la zone Z_i, le système de pilotage 300 détermine le débit d'air neuf requis ou $DAER_{COVT/COV}(Z_i)$ pour atteindre le seuil sanitaire prédéfini.

[0062] En définitive, le procédé comprend pour chaque polluant d'un ensemble de polluants (ici H₂O, CO₂ et COVT/COV), une étape de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la concentration de ce polluant dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale à un seuil sanitaire souhaité.

[0063] Les étapes E60 à E62 sont suivies d'une étape de sélection E63 lors de laquelle le système de pilotage 300 sélectionne pour chaque zone Z_i le débit maximal, ou DAER maximum, noté $DAER_{MAX}(Z_i)$, parmi la pluralité de débits d'air extérieur requis déterminés pour les différents polluants lors des étapes E60 à E62. Cette valeur de $DAER_{MAX}(Z_i)$ constitue la composante bâtiment CB(Z_i) du débit d'air neuf à insuffler dans la zone Z_i, destinée à satisfaire les critères sanitaires minima fixés.

[0064] Lors d'une étape E7, pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200, le système de pilotage 300 calcule le débit total d'air neuf à insuffler DAN(Z_i) à partir de la composante occupant CO(Z_i) et de la composante bâtiment CB(Z_i) déterminées. Cette étape est mise en oeuvre par le module 16. Dans le mode de réalisation décrit ici, le débit d'air neuf à insuffler DAN(Z_i) est égal à la somme des deux composantes, occupant CO(Z_i) et bâtiment CB(Z_i), autrement dit :

$$DAN(Z_i) = CO(Z_i) + CB(Z_i)$$

[0065] En variante, les deux composantes, occupant CO(Z_i) et bâtiment CB(Z_i), pourraient être pondérées.

[0066] Comme précédemment indiqué, le système de pilotage 300 pourrait déterminer le taux de renouvellement d'air neuf pour chaque zone Z_i de l'espace intérieur 200 en calculant le ratio du débit volume d'air neuf à insuffler dans la zone Z_i de l'espace intérieur 200, DAN(Z_i), au volume de la zone Z_i.

[0067] Lors d'une étape E8, pour chaque zone Z_i, le système de pilotage 300 génère et transmet une commande de réglage du débit d'insufflation au dispositif de ventilation par insufflation ou soufflage de la zone Z_i (ou, dans le cas où la zone Z_i est équipée de plusieurs dispositifs de ventilation par insufflation ou soufflage, à chacun d'entre eux) afin de régler un débit d'insufflation entrant dans cette zone Z_i égal à celui déterminé lors de l'étape E7, soit DAN(Z_i). Cette étape est mise en oeuvre par le module de commande 17.

[0068] Dans le mode de réalisation de l'invention qui vient d'être décrit, le système de pilotage 300 pilote l'insufflation d'air dans les zones Z_i de l'espace intérieur. De façon alternative ou complémentaire, le système de pilotage 300 pourrait piloter l'extraction d'air et transmettre au dispositif de ventilation par extraction de chaque zone Z_i une commande de réglage d'un débit de ventilation par extraction pour cette zone Z_i.

Revendications

1. Procédé de pilotage d'un système de ventilation (100) équipant un espace intérieur (200) d'un bâtiment, **caractérisé en ce qu'il comprend**

- une étape (E2) de localisation lors de laquelle on localise X_i occupant(s) dans au moins une zone Z_i de l'espace intérieur, X_i étant supérieur ou égal à un ;
 - une étape (E5) de détermination d'une composante occupant ($CO(Z_i)$) de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans la zone Z_i , à partir de débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i ;
 - une étape (E7) de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prenant en compte ladite composante occupant déterminée.

2. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il comprend** une étape (E3) de collecte de données utiles propres à chaque occupant de la zone Z_i , par voie de communication radio, auprès d'un objet communicant (OB_j) de surveillance dudit occupant, et une étape (E4) de détermination, pour chaque occupant de la zone Z_i , d'un débit d'air inspiré par l'occupant (OB_j) à partir des données utiles collectées.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite composante occupant est déterminée en calculant la somme des débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i .

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comprend** une étape (E6) de détermination d'une composante bâtiment ($CB(Z_i)$) de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur pour satisfaire des critères sanitaires dans ladite zone Z_i , et **en ce que** l'étape (E7) de détermination du débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prend en compte la composante occupant ($CO(Z_i)$) et la composante bâtiment ($CB(Z_i)$), notamment par addition des deux composantes, avantageusement par addition et pondération des deux composantes.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, les données utiles relatives à un occupant comprennent la fréquence cardiaque, le sexe et l'âge de l'occupant, et avantageusement la surface corporelle, la taille et/ou un indicateur de pathologie chronique de l'occupant, et le débit d'air inspiré par ledit occupant est déterminé au moyen d'une fonction affine de la forme $f(x) = a \cdot x + b$ où la variable x représente la fréquence cardiaque de l'occupant et les coefficients a, b sont des constantes calculées en fonction du sexe et de l'âge de l'occupant, et avantageusement de la surface corporelle, de la taille et/ou de l'indicateur de pathologie chronique de l'occupant.

6. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** trois plages de fréquences cardiaques FC, respectivement de fréquences basses, de fréquences moyennes et de fréquences élevées, qui sont respectivement associées à trois couples de coefficients (a_1, b_1) ; (a_2, b_2) ; (a_3, b_3) respectifs distincts, et **en ce que**, pour calculer le débit d'air inspiré par un occupant, on utilise le couple de coefficients associé à la plage de fréquences à laquelle appartient la fréquence cardiaque de l'occupant.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comprend** une étape (E60) de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la teneur en eau dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil de teneur en eau souhaité, lors que laquelle on tient compte de la vapeur d'eau émise par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration, le débit d'air expiré par un occupant étant pris égal au débit d'air inspiré par ledit occupant.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comprend** une étape (E61) de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire souhaité, lors de laquelle on tient compte du dioxyde de carbone émis par les N occupants de la zone Z_i lors de l'expiration, le débit d'air expiré par un occupant étant pris égal au débit d'air inspiré par ledit occupant.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 à 7, **caractérisé**:

- **en ce qu'il comprend** pour chaque polluant d'un ensemble de polluants, une étape (E60, E61, E62) de détermination d'un débit d'air extérieur requis pour que la concentration dudit polluant dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire souhaité, et

- **en ce que** l'étape (E63) de détermination de la composante bâtiment de débit d'air à insuffler dans la zone Z_i de l'espace intérieur pour diluer ledit polluant comporte la sélection du débit maximal parmi la pluralité de débits d'air extérieur requis déterminés pour les différents polluants.

- 5 **10.** Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape (E8) de transmission d'une commande de réglage d'un débit d'insufflation à au moins un dispositif de ventilation de la zone Z_i afin de régler un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air entrant dans ladite zone égal au débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i déterminé.

- 10 **11.** Système de pilotage (300) d'un système de ventilation (100) équipant un espace intérieur (200) d'un bâtiment, **caractérisé en ce qu'il** comprend
 - un module de localisation (3) destiné à localiser X_i occupant(s) dans au moins une zone Z_i de l'espace intérieur, X_i étant supérieur ou égal à un ;
 - 15 - un module (14) de détermination d'une composante occupant de débit de ventilation ou de taux de renouvellement d'air dans la zone Z_i , à partir de débits d'air inspirés par les X_i occupant(s) de ladite zone Z_i et ;
 - un module (16) de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prenant en compte la composante occupant déterminée.

- 20 **12.** Système selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend un module de collecte (13) destiné, en coopération avec un module (10) de communication par voie radio, à collecter des données utiles propres à chaque occupant de la zone Z_i auprès d'un objet communicant (OB_j) de surveillance dudit occupant, et **en ce que** le module (14) de détermination d'une composante occupant est agencé pour déterminer, pour chaque occupant de la zone Z_i , un débit d'air inspiré par l'occupant (OB_j) à partir des données utiles collectées propres à l'occupant.
- 25 **13.** Système selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'il** comprend un module (15) de détermination d'une composante bâtiment de débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur pour satisfaire des critères sanitaires dans ladite zone Z_i , et **en ce que** le module (16) de détermination d'un débit de ventilation ou taux de renouvellement d'air dans ladite zone Z_i de l'espace intérieur prend en compte la composante occupant et la composante bâtiment, notamment par addition des deux composantes.
- 30 **14.** Système selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le module (15) de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la teneur en eau dans l'air intérieur de ladite zone Z_i de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire de teneur en eau souhaité, en tenant compte de la vapeur d'eau émise par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration.
- 35 **15.** Système selon l'une des revendications 13 et 14, **caractérisé en ce que** le module (15) de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur de ladite zone de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire de dioxyde de carbone souhaité, en tenant compte du dioxyde de carbone émis par les X_i occupants de la zone Z_i lors de l'expiration.
- 40 **16.** Système selon l'une des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que**, pour chaque polluant d'un ensemble de polluants, le module (15) de détermination de la composante bâtiment est agencé pour déterminer un débit d'air extérieur requis pour que la concentration en polluant dans l'air intérieur de ladite zone de l'espace intérieur soit égale ou inférieure à un seuil sanitaire dudit polluant souhaité, et pour sélectionner le débit maximal parmi la pluralité de débits d'air extérieur requis déterminés pour les différents polluants.
- 45 **17.** Installation de ventilation comportant un système de ventilation et un système de pilotage selon l'une des revendications 11 à 16.
- 50 **18.** Bâtiment comportant un espace intérieur équipé d'une installation de ventilation selon la revendication 17.

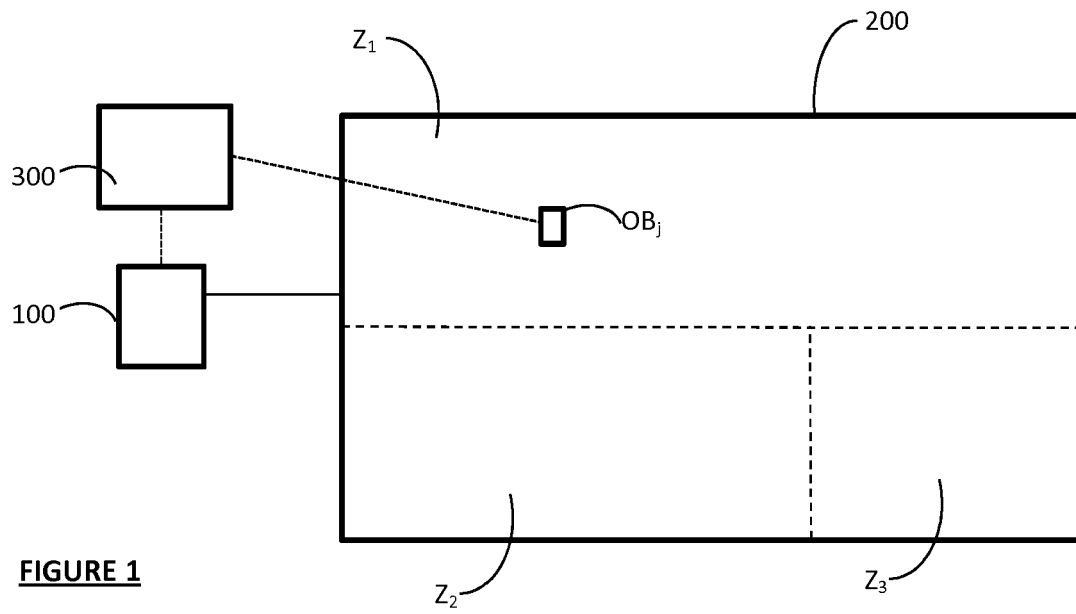


FIGURE 1

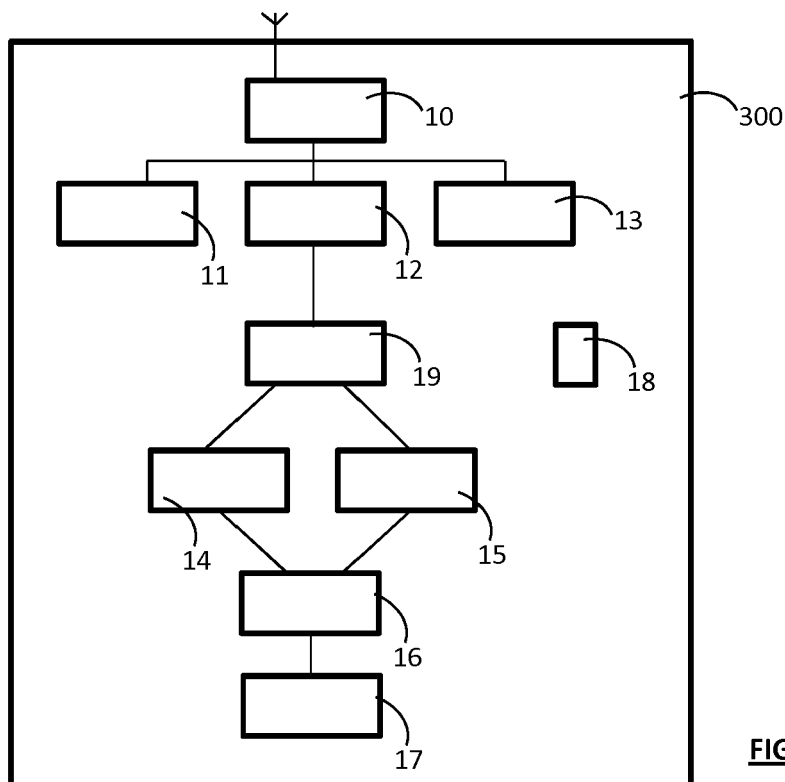


FIGURE 2

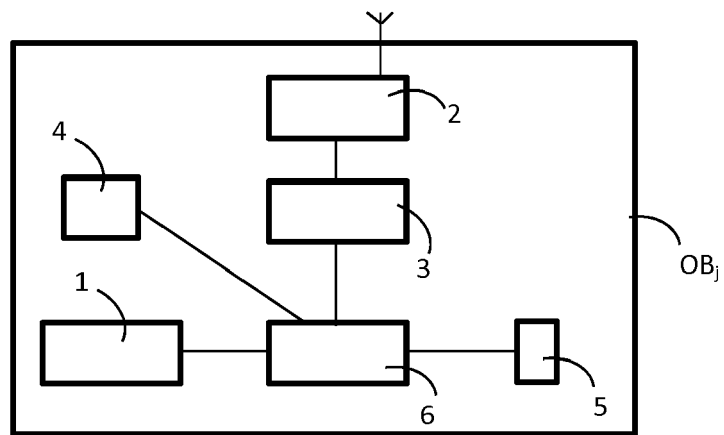


FIGURE 3

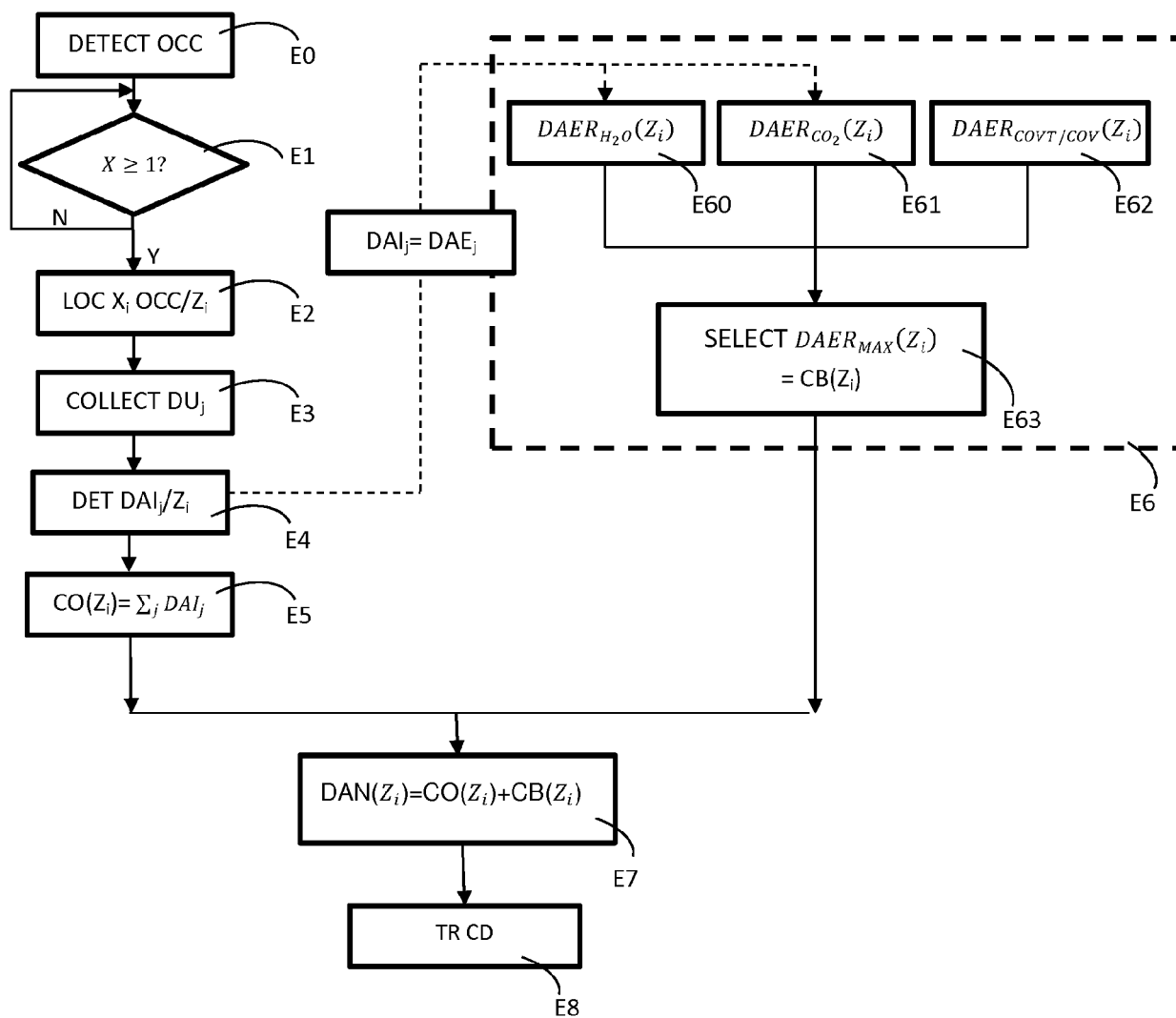


FIGURE 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 16 3814

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2014/071046 A1 (DELTA T CORP [US]) 8 mai 2014 (2014-05-08) * page 17, alinéa 4 - page 18, alinéa 2; figures 4,9 * * page 20, alinéa 2; figure 11 *	1-18	INV. F24F11/00
X	US 2016/054023 A1 (BAKER RHODES B [US] ET AL) 25 février 2016 (2016-02-25) * alinéas [0029] - [0056]; figures 1,2,7 *	1-18	
X	US 2016/047565 A1 (ROBINSON DAVID [GB]) 18 février 2016 (2016-02-18) * alinéas [0044] - [0086]; figures 1,2,4,6 *	1-18	
A	US 2004/065098 A1 (CHOI HO SEON [KR] ET AL) 8 avril 2004 (2004-04-08) * le document en entier *	1,11,17,18	
A	US 2013/102852 A1 (KOZLOSKI JAMES ROBERT [US] ET AL) 25 avril 2013 (2013-04-25) * abrégé *	1,11,17,18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F24F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 août 2017	Examineur Lienhard, Dominique
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 16 3814

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-08-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014071046 A1	08-05-2014	AU 2013337839 A1	11-06-2015
		CA 2902863 A1	08-05-2014
		CN 105102821 A	25-11-2015
		EP 2914858 A1	09-09-2015
		HK 1214328 A1	22-07-2016
		SG 10201703491Q A	29-06-2017
		SG 11201503347P A	28-05-2015
		US 2016018119 A1	21-01-2016
		WO 2014071046 A1	08-05-2014
US 2016054023 A1	25-02-2016	US 2016054023 A1	25-02-2016
		WO 2016029156 A1	25-02-2016
US 2016047565 A1	18-02-2016	CA 2957741 A1	18-02-2016
		EP 3195079 A1	26-07-2017
		US 2016047565 A1	18-02-2016
		WO 2016023753 A1	18-02-2016
US 2004065098 A1	08-04-2004	CN 1487249 A	07-04-2004
		JP 2004125376 A	22-04-2004
		KR 20040029805 A	08-04-2004
		US 2004065098 A1	08-04-2004
		US 2006123814 A1	15-06-2006
US 2013102852 A1	25-04-2013	US 2013102852 A1	25-04-2013
		US 2016363334 A1	15-12-2016
		WO 2013059538 A1	25-04-2013

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82