

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

①1 N° de publication : **3 097 471**

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

②1 N° d'enregistrement national : **19 06570**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 H 1/00 (2019.01), G 05 D 23/00, B 60 L 58/10**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 PROCÉDE DE REGULATION DE TEMPERATURE EQUIVALENTE DANS UN HABITACLE D'UN MOYEN DE TRANSPORT DOTE D'UN SYSTEME DE CLIMATISATION.

②2 Date de dépôt : 19.06.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.12.20 Bulletin 20/52.

④5 Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 18.06.21 Bulletin 21/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme —FR, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public FR, CentraleSupélec Etablissement public FR, SORBONNE UNIVERSITE Etablissement public FR, UNIVERSITE PARIS-SUD Etablissement public FR et Université internationale de Rabat Etablissement public — MA.*

⑦2 Inventeur(s) : BAKOUYA Mohamed, LAHLOU ANAS, ROY FRANCIS, BOUDARD EMMANUEL et OSSART Florence.

⑦3 Titulaire(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public, CentraleSupélec Etablissement public, SORBONNE UNIVERSITE Etablissement public, UNIVERSITE PARIS-SUD Etablissement public, Université internationale de Rabat Etablissement public.*

⑦4 Mandataire(s) : BOURGUIGNON ERIC.

**FR 3 097 471 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : PROCÉDE DE REGULATION DE TEMPERATURE EQUIVALENTE DANS UN HABITACLE D'UN MOYEN DE TRANSPORT DOTE D'UN SYSTEME DE CLIMATISATION**

#### **Domaine technique de l'invention**

- [0001] La présente invention concerne un procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle, la régulation se faisant à partir d'un diagramme de confort ayant été élaboré pour au moins une personne de référence dans un espace fermé avec identification d'au moins une plage de température équivalente reconnue comme zone de confort pour la personne de référence.
- [0002] De manière non limitative, la présente invention peut être applicable dans un véhicule automobile, notamment un véhicule électrique ou hybride.

#### **Art antérieur**

- [0003] La prestation de confort proposée actuellement dans tous les moyens de trajet à habitacle logeant une ou plusieurs personnes, comme par exemple des véhicules automobiles, des avions ou des bateaux, consiste à stabiliser la température de l'habitacle autour de valeurs de référence demandées par la personne en charge de la régulation.
- [0004] Il n'y a pas aujourd'hui d'automatisme permettant d'adapter ces valeurs de référence en fonction de la perception de chaque personne. Une température de 25° par exemple peut être perçue comme confortable par certaines personnes et inconfortable par d'autres, sensation de bien-être qui plus est peut-être différente en fonction de l'humidité relative régnante.
- [0005] En termes de consommation d'énergie, la prestation du confort thermique peut être extrêmement énergivore dans certaines conditions de trajet comparativement à la consommation de la chaîne de traction.
- [0006] Des stratégies de base sont déjà mises en place pour économiser l'énergie électrique mise en jeu. Il peut exister un système de recyclage d'air opérationnel à 100% dans un climat chaud, par exemple avec une température supérieure à 25°C. il peut aussi être utilisé un circuit de fluide caloporteur réutilisant la chaleur dégagée au niveau d'un ou plusieurs condenseurs intégrés dans le système de climatisation. Ces stratégies sont loin d'être optimales en termes de consommation d'énergie.
- [0007] Par exemple, le document US5487002A propose un système de gestion d'énergie en temps réel, qui maximise le rendement de la chaîne de traction et de climatisation d'un

véhicule. Le système de gestion d'énergie est connecté à un système de navigation permettant ainsi de choisir les trajets présentant une consommation énergétique minimale. Ce brevet n'intègre pas dans le principe du contrôle-commande un bien-être du conducteur et des passagers.

[0008] Le document US7347168B2 propose un dispositif de contrôle d'un système de climatisation en temps réel qui se base sur les données collectées de l'extérieur et des prédictions faites sur l'évolution des conditions de roulage. Ce document n'intègre cependant pas dans le principe du contrôle commande le bien-être du conducteur et des passagers.

[0009] Le document US20170158023 propose une application mobile qui enregistre les paramètres du système de climatisation choisis par le conducteur d'un véhicule correspondant à une localisation géographique et à des conditions extérieures spécifiques, via lesquels un contrôle prédictif est appliqué au système de climatisation. Ce document n'intègre pas non plus dans le principe du contrôle commande le bien-être du conducteur et des passagers.

[0010] Le document FR3040658 propose une gestion de confort thermique dans l'habitacle d'un véhicule automobile prenant en compte la thermorégulation humaine. Il est suggéré de remplacer le système de climatisation du véhicule par un jeu de capteurs et des actionneurs implantés sur les sièges. Ces derniers apportent la quantité de chaleur nécessaire pour annuler les inconforts thermiques locaux dans le corps du conducteur ou des passagers. Ce document n'intègre pas une gestion énergétique totale du véhicule qui dépend grandement de la chaîne de traction et des conditions de trafic.

[0011] Le document CN102637363A propose un algorithme de prédiction de la vitesse de circulation de véhicule basé sur un apprentissage neuronal, plus précisément en utilisant la méthode SVM de support par vecteur. Des étapes d'acquisition, de normalisation, et de regroupement de données de vitesses mesurées sur des segments de routes sont exécutées. L'étape suivante consiste à choisir et à paramétrer la fonction de prédiction.

[0012] Les vitesses de véhicule prédites par cette dernière seront comparées à des données mesurées. Si l'erreur est grande, les paramètres de la fonction de prédiction sont réajustés. Une fois ces étapes faites, l'algorithme est exploité directement pour prédire avec précision les vitesses du véhicule sur des différents segments de route.

[0013] Il s'ensuit que dans la majorité des documents qui traitent de la problématique du confort habitacle dans un véhicule, il est proposé d'assurer une certaine température et une certaine humidité relatives dans l'habitacle en se limitant à la mesure de la température et du taux d'humidité relatives à l'extérieur. L'état de la technique disponible n'apporte pas de solution pour optimiser la sensation thermique ressentie par la ou les personnes dans l'habitacle, ni de limiter les inconforts locaux engendrés par les

gradients de température entre les différents segments du corps humain.

- [0014] Dans le cas non limitatif d'un véhicule automobile électrique ou hybride, un autre problème se greffe quant à la gestion de l'autonomie du véhicule. Les principales attentes d'un conducteur de véhicule hybride ou électrique, principalement électrique, sont d'être confortés dans le calcul d'autonomie du véhicule, pour garantir au véhicule l'arrivée à destination dans des conditions de confort optimal. De ce fait, le constructeur automobile se doit de répondre à ces attentes et d'offrir le maximum d'autonomie du véhicule en optimisant sa consommation énergétique.
- [0015] Les deux principaux postes de consommation énergétique d'un véhicule électrique sont, d'une part, la chaîne de traction composée de plusieurs organes électromécaniques qui permettent la traction du véhicule et, d'autre part, le système de climatisation composé principalement d'échangeurs de chaleur qui permettent de chauffer/refroidir l'air de l'habitacle pour le bien-être du conducteur et des passagers à l'intérieur.
- [0016] Aujourd'hui les calculs d'autonomie ne sont pas robustes car établis sur des moyennes de consommation calculées à partir de données historiques de puissance/consommation de la chaîne de traction, de la climatisation et du réseau de bord.
- [0017] Ces consommations moyennes sont représentatives du trajet passé mais pas du trajet à venir du véhicule et ne tiennent pas compte de données de navigation ou contextuelles, comme par exemple des conditions climatiques, des profils géographiques, des conditions de trafic, des limitations de vitesse, etc.
- [0018] Par conséquent, le problème à la base de l'invention est de piloter un système de climatisation d'un habitacle d'un moyen de transport de manière à ce qu'il anticipe le trajet à suivre dans la régulation des paramètres du système de climatisation pour améliorer le confort thermique dans l'habitacle.
- [0019] Un problème annexe à ce problème est, pour un moyen de transport étant à propulsion électrique, de fiabiliser l'information d'autonomie restante en tenant compte aussi des paramètres anticipés de régulation du système de climatisation pour améliorer le confort thermique dans l'habitacle.

### **Résumé de l'invention**

- [0020] A cet effet, la présente invention concerne un procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle, la régulation se faisant à partir d'un diagramme de confort ayant été élaboré pour au moins une personne de référence dans un espace fermé avec identification d'au moins une plage de température équivalente reconnue comme zone de confort pour la personne de référence, remarquable en ce qu'une régulation de la climatisation est effectuée selon un modèle mathématique prenant en

compte des données relatives à au moins une personne présente dans l'habitacle, des données relatives à l'habitacle, des données historiques ou prédites d'un trajet à parcourir par le moyen de transport, ces données historiques ou prédites concernant au moins des données météorologiques relatives au trajet à parcourir, des données en temps réel relatives au type de trajet à parcourir et des données prédites de vitesse du moyen de transport, la régulation de la climatisation se faisant en temps réel en fonction du modèle mathématique afin qu'au moins une température équivalente de l'habitacle soit dans la zone de confort pour ladite au moins une personne présente dans l'habitacle.

- [0021] Le procédé de régulation selon la présente invention développe un outil de management d'énergie en temps réel pour le moyen de transport, avantageusement un véhicule automobile électrique ou hybride rechargeable, qui maximise le confort thermique d'une ou des personnes dans l'habitacle en tenant compte des informations contextuelles collectées par des technologies d'information et de communication qui fournissent des données en temps réel.
- [0022] Le but est d'élaborer une stratégie de contrôle en temps réel du système de climatisation et avantageusement de la chaîne de traction en minimisant l'énergie consommée et en maximisant le confort thermique dans l'habitacle et le bien-être de la ou des personnes dans l'habitacle sous contrainte d'une énergie disponible électrique finie.
- [0023] Une démarche inventive forte de la présente invention est d'intégrer un modèle thermo-physiologique dans le contrôle commande d'estimation du confort de la ou des personnes dans l'habitacle du moyen de transport.
- [0024] Avantageusement, des données relatives à au moins un moteur de propulsion du moyen de transport sont prises en compte dans l'élaboration du modèle mathématique.
- [0025] Avantageusement, les données relatives à ladite au moins une personne présente dans l'habitacle sont sélectionnées unitairement ou en combinaison parmi un nombre de ladite au moins une personne présente dans l'habitacle, un poids et tout paramètre relatif au métabolisme de ladite au moins une personne, les données relatives à l'habitacle sont une température, une hygrométrie et un volume de l'habitacle.
- [0026] Avantageusement, les données prédites de vitesse du moyen de transport sont calculées par un algorithme de prévision en fonction des données historiques et des données prédites avec une vitesse prédite réactualisée en temps réel.
- [0027] Avantageusement, l'algorithme de prévision est un algorithme de Markov ou un algorithme à réseau neuronal avec phase d'apprentissage.
- [0028] Avantageusement, les données historiques du trajet à parcourir sont prises parmi les paramètres suivants pris unitairement ou en combinaison : un trajet défini par ladite au moins une personne dans un système de géolocalisation ayant mémorisé des profils de

trajet comme une déclivité du trajet, les données prédites étant fournies en temps réel par des technologies d'information et de communication équipant le moyen de transport, les données météorologiques relatives au trajet à parcourir étant prises unitairement ou en combinaison parmi une température d'air extérieur, une hygrométrie extérieure, une vitesse du vent, une puissance solaire, des données saisonnières enregistrées en fonction d'une date et d'une heure alors en vigueur.

- [0029] Avantageusement, quand le moyen de trajet est un véhicule automobile, les données historiques prennent en compte unitairement ou en combinaison une déclivité du trajet, une altitude du trajet et des limitations de vitesse à venir, les données prédites données en temps réel par des technologies d'information et de communication paramétrant une circulation sur le trajet à parcourir.
- [0030] Avantageusement, quand le moyen de trajet est un véhicule automobile, une consommation de traction du véhicule automobile pour le trajet à parcourir additionnée d'une consommation pour la climatisation est estimée par le modèle mathématique.
- [0031] La présente invention permet donc d'améliorer les principes de calculs actuels en optimisant le confort thermique, c'est-à-dire le bien-être de la ou des personnes dans l'habitacle, tout en contrôlant la consommation énergétique du véhicule.
- [0032] Avantageusement, quand le véhicule automobile est un véhicule à propulsion électrique ou hybride doté d'au moins une batterie de traction en charge d'une alimentation électrique de la régulation de la climatisation, le modèle mathématique estime une charge à venir de ladite au moins une batterie en fin de trajet à parcourir en fonction de sa charge initiale en début de trajet à parcourir et indique à ladite au moins une personne de l'habitacle si le véhicule automobile est apte ou non à effectuer le trajet à parcourir sans rechargement.
- [0033] Il est ainsi possible d'assister le conducteur du véhicule automobile dans son usage du véhicule en proposant une solution de calcul de l'autonomie à la fois prédictive et fiable. Pour cela, il est exploité des informations contextuelles pour optimiser et maîtriser la consommation énergétique du véhicule et prédire la consommation sur le trajet à venir. Le caractère anxigène du suivi de l'autonomie du véhicule automobile hybride ou électrique par le conducteur est supprimé en le rassurant sur le fait de lui garantir l'atteinte de sa destination.
- [0034] L'invention concerne un véhicule automobile électrique ou hybride mettant en œuvre un tel procédé de régulation, le véhicule automobile comprenant au moins une batterie de traction, au moins un moteur électrique de traction, un système de climatisation comprenant au moins un compresseur de climatisation alimenté par ladite au moins une batterie de traction et au moins une unité électronique de contrôle, remarquable en ce que ladite au moins une unité électronique de contrôle comprend des moyens de calcul en temps réel et de mémorisation du modèle mathématique pour la régulation de

la climatisation, des moyens de pilotage du compresseur de climatisation en fonction du modèle mathématique, des moyens d'estimation de la charge initiale en début de trajet à parcourir et de la charge en fin de trajet à parcourir de ladite au moins une batterie de traction et des moyens d'actionnement de moyens d'avertissement visuel ou sonore d'un conducteur du véhicule automobile que la charge initiale de ladite au moins une batterie en début de trajet à parcourir n'est pas suffisante pour garantir une atteinte de la fin du trajet à parcourir sans rechargement de ladite au moins une batterie de traction.

[0035] L'invention présente à la fois un intérêt technique et économique. D'une part, les algorithmes de contrôle proposés permettent d'assurer une meilleure gestion énergétique du véhicule tout en maximisant le confort habitacle. Le conducteur et, le cas échéant les passagers quand présents, y trouvent un intérêt en termes de bien-être et le conducteur est rassuré vis-à-vis de l'atteinte de la destination par une robustesse du calcul d'autonomie.

[0036] Il est ainsi pris en compte un critère de confort thermique fidèle au ressenti du conducteur tout en assurant une robustesse du calcul d'autonomie du véhicule automobile.

### **Brève description des figures**

[0037] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

[0038] [fig.1] - la figure 1 est une représentation schématique d'une vue d'une chaîne de traction d'un véhicule automobile électrique pouvant mettre en œuvre un procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle selon la présente invention,

[0039] [fig.2] - la figure 2 est une structure du modèle mathématique mis en œuvre dans le procédé de régulation selon la présente invention, le moyen de transport étant un véhicule automobile,

[0040] [fig.3] - la figure 3 est une représentation schématique d'un système de climatisation d'un moyen de transport pouvant mettre en œuvre le procédé de régulation selon la présente invention,

[0041] [fig.4] - la figure 4 illustre un logigramme d'une forme de réalisation d'un procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle.

[0042] Il est à garder à l'esprit que les figures sont données à titre d'exemples et ne sont pas limitatives de l'invention. Elles constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas néces-

sairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier, les dimensions des différents éléments illustrés ne sont pas représentatives de la réalité.

### **Description détaillée de l'invention**

- [0043] Dans ce qui va suivre, il est fait référence à toutes les figures prises en combinaison. Quand il est fait référence à une ou des figures spécifiques, ces figures sont à prendre en combinaison avec les autres figures pour la reconnaissance des références numériques désignées.
- [0044] Dans ce qui va suivre, il va être pris comme exemple d'un moyen de transport un véhicule automobile hybride ou électrique. Bien que cela soit une application préférentielle de la présente invention, la présente invention est destinée à toute sorte de moyen de transport doté d'un habitacle et d'un système de climatisation pour l'habitacle.
- [0045] La figure 1 représente la chaîne de traction électrique d'un véhicule automobile avec une batterie 4 suivie pour son état de charge, un système de climatisation 2, un moteur électrique 11 associé à un onduleur 17 et un réducteur 16.
- [0046] La présente invention propose un procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle. La régulation se fait à partir d'un diagramme de confort ayant été élaboré pour au moins une personne de référence dans un espace fermé avec identification d'au moins une plage de température équivalente reconnue comme zone de confort pour la personne de référence.
- [0047] Une régulation de la climatisation est effectuée selon un modèle mathématique prenant en compte des données relatives à au moins une personne présente dans l'habitacle, des données relatives à l'habitacle, des données historiques ou prédites d'un trajet à parcourir par le moyen de transport.
- [0048] Ces données historiques ou prédites concernant au moins des données météorologiques relatives au trajet à parcourir, des données en temps réel relatives au type de trajet à parcourir et des données prédites de vitesse du moyen de transport.
- [0049] La régulation de la climatisation se fait en temps réel en fonction du modèle mathématique afin qu'au moins une température équivalente de l'habitacle soit dans la zone de confort pour ladite au moins une personne présente dans l'habitacle.
- [0050] Des données relatives à au moins un moteur de propulsion du moyen de transport peuvent être prises en compte dans l'élaboration du modèle mathématique.
- [0051] Dans un mode de réalisation préférentielle pour un véhicule automobile électrique ou hybride, la présente invention propose un outil de gestion énergétique en temps réel d'un tel véhicule électrique ou hybride, tout en assurant un confort thermique optimal sur une situation de trafic donnée.

[0052] Avec un tel outil, il est possible de calculer à chaque instant la valeur de la commande qui permet d'avoir un bon compromis entre confort thermique et consommation énergétique.

[0053] Une équation d'optimisation en fonction d'un temps  $t$  s'écrit :

[0054] [Math.1]

$$(PO) \begin{cases} \min_{u \in U} \{ J(u) = \int_0^{t_{fin}} L(x(t), u(t), w(t)) \cdot dt \} \\ \dot{x} = f(x(t), u(t), w(t)) \\ x_0 = x(t=0); x_{fin} = x(t=t_{fin}) \\ x(t) \in [x_{min}, x_{max}] \\ u(t) \in [u_{min}, u_{max}] \end{cases}$$

[0055] où

[0056] [Math.2]

$$L = \frac{1}{t_{fin} - t_0} \left( \frac{I - I_{ref}}{\Delta I_{ref}} \right)^2$$

[0057] est une fonction de coût instantané, soit le confort thermique instantané avec  $I$  l'indice de confort,  $I_{ref}$  la valeur de l'indice de confort,  $x$  la variable d'état du système étudié parmi la température de l'habitable, l'humidité relative de l'habitable, l'état de charge de la batterie,  $u$  étant la commande du système de climatisation et notamment de son compresseur.

[0058] La commande du système est la vitesse de rotation du compresseur du système de climatisation,  $w$  étant la perturbation subie par le système. Parmi ces perturbations, on peut distinguer les conditions climatiques extérieures que sont la température extérieure, l'humidité relative et la puissance solaire.

[0059] La figure 2 montre la structure du modèle mathématique implémenté dans le moyen de transport, avantageusement un véhicule, ou dans un serveur à distance du moyen de transport.

[0060] Dans un premier module A qui est le module des données d'entrée, est logé un sous-module regroupant des données B du trafic en temps réel et un sous-module regroupant des données C de contexte en temps réel, de préférence des données météorologiques.

[0061] Le deuxième module D est le modèle du moyen de transport, avantageusement un véhicule automobile et comprend un modèle de l'habitable E, un modèle du système de climatisation F et un modèle de la chaîne de traction G.

[0062] Le troisième module H est le modèle physiologique d'une personne avec un modèle de thermorégulation I.

[0063] Le quatrième module J est le modèle de confort thermique avec un indice de confort

thermique K.

- [0064] Les données d'entrée en temps réel du module données d'entrée A sont fournies par un système de géolocalisation et par des technologies d'information et communication du véhicule connecté au monde extérieur. Ces données d'entrée peuvent comprendre notamment un profil géographique du trajet, avec, le cas échéant, un positionnement à venir des feux de circulation, des limitations de vitesse.
- [0065] Ces données d'entrée peuvent contenir des données climatiques comme une température extérieure, une humidité relative extérieure et une puissance solaire.
- [0066] Les données de trafic en temps réel du sous-module B peuvent être fournies également par le système de géolocalisation et par des technologies d'information et communication du véhicule connecté au monde extérieur. Ces données de trafic en temps réel permettront d'évaluer la densité en véhicules sur une portion de route ainsi que leurs vitesses moyennes.
- [0067] Ces données d'entrées venant de A, B et C peuvent permettre de déterminer la vitesse moyenne la plus probable sur chaque portion de route et ce sur l'ensemble du trajet, ainsi que les conditions climatiques extérieures, comme la température, l'humidité relative et l'ensoleillement qui sont des données de contexte dans le sous-module C.
- [0068] Le modèle de moyen de transport D permet de calculer la consommation prévisionnelle du moyen de transport sur l'ensemble du trajet en intégrant ces données d'entrées.
- [0069] La chaîne de traction électrique est un assemblage de composants électromécaniques qui permettent la traction de véhicule. Classiquement, comme montré à la figure 1, une chaîne de traction électrique comporte une batterie de stockage électrique 4, un onduleur 17 permettant de convertir la tension continue de la batterie en courant alternatif triphasé alimentant un moteur électrique 11 transmettant un couple à un organe de transmission, appelé réducteur 16 lequel transmet un couple aux roues du véhicule.
- [0070] La modélisation de la chaîne de traction peut utiliser un modèle de conducteur, dans notre cas, un simple correcteur proportionnel, qui va suivre au mieux la vitesse moyenne la plus probable sur le trajet considéré. Le correcteur traduit alors sa sortie par une demande en couple devant être fournie par le moteur électrique.
- [0071] Le couple ainsi produit vient s'opposer aux efforts subis par le véhicule, par exemple une résistance au roulement, une résistance aérodynamique, une force de gravité et une inertie.
- [0072] Le modèle de chaîne de traction, référencé G à la figure 2, permet de calculer la consommation énergétique nécessaire à la traction automobile sur le trajet considéré.
- [0073] Comme données d'entrée principale, il peut être cité la vitesse probable du véhicule, caractéristique des différents organes de la chaîne de traction et comme données de sortie, il peut être cité un état de charge de la batterie de traction, énergie nécessaire à

la traction.

- [0074] La figure 3 montre un système de climatisation d'un véhicule automobile. Le système de climatisation peut être constitué d'une boucle froide composé d'un compresseur 6, d'une valve à expansion thermique 8, d'un évaporateur 5, d'un condenseur 7 et d'un système de chauffage composé d'un circuit de refroidissement de la machine électrique 11 et de deux résistance chauffante 12, 13.
- [0075] La boucle froide est un système thermique à compression de vapeur qui utilise un compresseur 6 pour faire écouler un fluide en phase gazeuse à travers un circuit hydraulique. Son objectif est de refroidir l'air dans l'habitacle.
- [0076] Pour cela, un fluide réfrigérant permet de transporter la chaleur entre l'extérieur 3 et l'habitacle. Le principe de fonctionnement de la boucle froide consiste à compresser un fluide réfrigérant, pour augmenter sa pression et sa capacité à fournir de la chaleur à l'habitacle, puis à le détendre au niveau de la valve 8 pour faciliter l'absorption de la chaleur provenant de l'extérieur.
- [0077] Le compresseur 6 est un organe essentiel de la boucle froide car il permet de mettre en circulation le fluide réfrigérant, ainsi que de faire monter la pression et la température du réfrigérant. Le compresseur est piloté en vitesse.
- [0078] La valve à expansion thermique 8 a pour fonction d'abaisser la pression et la température du fluide réfrigérant. La détente du fluide réfrigérant, usuellement en mode diphasique lors de cette étape, est effectuée en modifiant sa surface de passage via un orifice à section fixe ou variable.
- [0079] Les échangeurs de chaleur 5, 7 peuvent permettre de transférer la chaleur du fluide réfrigérant vers l'extérieur. Le transfert de chaleur dans les échangeurs de chaleur 5, 7 se fait surtout par convection. La circulation du fluide réfrigérant est assurée par le compresseur 6 tandis que l'air est propulsé via un pulseur 10 au niveau de l'évaporateur 5 et un groupe moto-ventilateur 9 au niveau du condenseur 7.
- [0080] Le condenseur 7 est un échangeur de chaleur qui permet de changer la phase du fluide réfrigérant, de gaz en liquide, pour libérer de la chaleur à température constante.
- [0081] L'évaporateur 5 est un échangeur de chaleur qui permet de changer la phase du fluide réfrigérant, de liquide en gaz, pour absorber de la chaleur à température constante.
- [0082] Le réfrigérant est le fluide permettant d'absorber et de transmettre la chaleur dans la boucle froide. La chaleur est absorbée à basse température et pression, puis libérée à hautes température et pression. Le fluide réfrigérant subit un changement de phase lors de son passage par les deux échangeurs de chaleur 5, 7.
- [0083] Les deux résistance chauffantes 12 et 13 de puissance différente permettent de réchauffer l'air grâce à l'effet joule.
- [0084] Les variables de commande qui permettent de piloter le système de climatisation peuvent être principalement la vitesse de rotation de compresseur en climatisation en

boucle froide et la puissance thermique des résistances chauffantes 12, 13 en chauffage en boucle chaude.

- [0085] D'autres variables de commande existent et sont indépendantes de la boucle d'optimisation de la consommation énergétique pour le confort thermique de l'habitacle. On distingue notamment : la commande du pulseur 10 en fonction de la température extérieure, la commande du groupe moto-ventilateur 9 en fonction de la vitesse du véhicule, la commande du clapet 14 avec un taux de recyclage en fonction de la température extérieure, la commande du clapet 15 avec un taux de mélange climatisation/chauffage en fonction de la température extérieure.
- [0086] Les données d'entrée du modèle de l'habitacle peuvent être une température de l'habitacle, une vitesse de rotation du compresseur et un débit caractéristique du système de climatisation.
- [0087] Les données de sortie du modèle de l'habitacle peuvent être une température et une humidité relative d'air soufflé par le système de climatisation.
- [0088] La température de l'air dans l'habitacle d'un véhicule automobile électrique ou hybride à batterie de traction peut présenter des variations pouvant être importantes selon les endroits considérés. Ceci s'explique en particulier par la présence de plusieurs phénomènes de transfert de chaleur qui ne facilitent pas l'homogénéisation complète des températures.
- [0089] Dans l'habitacle, les mécanismes d'échange d'énergie thermique sont les suivants : convection au niveau des parois du véhicule à laquelle est associée une puissance de convection, un rayonnement solaire auquel est associée une puissance de convection solaire, un transfert de matière par air soufflé, fuites, air recyclé, air extrait, auquel est associée une puissance de convection de transfert.
- [0090] La puissance échangée par convection dépend de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitacle.
- [0091] La puissance liée à l'ensoleillement, de même que la température et l'humidité extérieure, sont des données météorologiques extrinsèques au système, de nature à évoluer au cours du temps.
- [0092] La puissance de convection de transfert correspond à la somme des puissances thermiques échangées du fait des entrées et des sorties d'air dans l'habitacle. L'air qui entre est, d'une part, de l'air soufflé par le système de climatisation et, d'autre part, de l'air qui entre dans l'habitacle du fait des points de pression de l'air extérieur sur des zones non étanches de la carrosserie.
- [0093] Les données d'entrée du système de climatisation peuvent être la température extérieure, l'humidité extérieure, la puissance solaire, la température et l'humidité relative de l'air soufflé.
- [0094] Les données de sortie du système de climatisation peuvent être

- [0095] la température et l'humidité relative de l'habitable.
- [0096] Exposé à un environnement thermique, le corps humain réagit par une interaction dynamique mobilisant un ensemble de réactions rétroactives, volontaires et involontaires qui permettent de contrôler les échanges thermiques avec cet environnement afin de satisfaire les exigences de l'homéothermie.
- [0097] Selon l'intensité des échanges thermiques et des réactions mis en jeu dans un environnement donné, le corps peut éprouver une sensation de neutralité thermique, de tiédeur ou de fraîcheur.
- [0098] L'homme étant homéotherme, il dispose d'un système dynamique de thermorégulation qui permet de contrôler et réguler les échanges de chaleur interne et externe, dans le but de maintenir la température interne du corps à 37°C.
- [0099] L'environnement thermique peut être caractérisé par quatre grandeurs physiques, à savoir la température de l'air, la température moyenne de radiation, l'humidité et la vitesse de l'air. Ces variables réagissent avec l'activité et l'habillement du corps humain pour établir son état thermique et constituent ensemble les six paramètres de base des échanges thermiques entre l'homme et son environnement.
- [0100] La température externe dépend uniquement des variations des paramètres extérieurs comme la température d'air, la température moyenne de radiation, l'humidité, la vitesse d'air ainsi que de l'habillement.
- [0101] La température interne varie essentiellement en fonction de l'activité de l'individu. Les déplacements et les activités musculaires génèrent de la chaleur dans les muscles. Comme la chaleur est transmise par le sang, elle est distribuée centralement et modifie ainsi la température interne.
- [0102] Le principe de régulation de la température du corps consiste à comparer des signaux en provenance des capteurs internes et cutanés à des valeurs de référence et d'ordonner des actions selon les écarts détectés par rapport aux valeurs consignes.
- [0103] Le siège de contrôle est le centre hypothalamique vers lequel convergent toutes les informations sensorielles qu'il intègre pour déterminer l'amplitude des commandes à envoyer vers les organes effecteurs qui sont les actionneurs.
- [0104] Le système de thermorégulation peut être décomposé ainsi en trois parties : les thermorécepteurs ou capteurs, le contrôleur et les actionneurs ou effecteurs.
- [0105] On distingue deux types de thermorécepteurs. Premièrement, des thermorécepteurs internes informent le système de régulation des variations de la température interne. Deuxièmement, des thermorécepteurs externes ou cutanés correspondant à des terminaisons nerveuses libres couvrent la surface de l'épiderme et informent le système de régulation du corps des variations de températures externes.
- [0106] Les messages thermo-sensoriels envoyés par les récepteurs sont synthétisés dans le centre hypothalamique du cerveau.

- [0107] Si les températures corporelles s'écartent de leurs valeurs de référence, l'hypothalamus établit un signal d'erreur et envoie dans les différentes parties du corps une commande dont l'intensité est proportionnelle à ce signal.
- [0108] Si le signal d'écart est positif ou respectivement négatif, le corps se réchauffe ou se refroidit et déclenche les mécanismes de lutte contre la chaleur ou respectivement le froid.
- [0109] Plusieurs types d'actions peuvent être mis en jeu pour assurer la régulation de la température du corps.
- [0110] Le modèle thermo-physiologique le plus connu est celui de Stolwijk. Conçu initialement pour la NASA, il a été diffusé et utilisé par plusieurs laboratoires, pour l'appliquer ou l'améliorer. Ce modèle représente le corps humain et sa thermorégulation. Le corps est divisé en six segments : tête, tronc, bras, mains, jambes et pieds. Chacun de ces segments est composé de quatre couches : peau, graisse, muscles et noyau. Le vingt-cinquième segment du modèle représente le sang et assure un lien thermique entre tous les compartiments.
- [0111] Le bilan thermique détaillé concernant le débit de chaleur et les températures est calculé pour chaque nœud du modèle. Il prend en compte l'environnement thermique, pouvant être transitoire et spatialement hétérogène et les réactions thermo-physiologiques de l'individu.
- [0112] Le système de régulation du corps est composé de trois éléments, à savoir les récepteurs, le contrôleur et le répartiteur avec répartition des signaux de régulation dans les couches concernées, ce qui permet une représentation simple du système de thermorégulation humain sous forme de températures de consigne. Selon le signal d'écart détecté par le contrôleur, une commande est envoyée et répartie entre les différents organes effecteurs ou actionneurs.
- [0113] Les données d'entrée de la régulation de la température du corps peuvent être les grandeurs thermiques de l'habitable, à savoir la température de l'habitable, l'humidité relative, la température moyenne de radiation solaire, la vitesse de l'air soufflé, le métabolisme de la personne ou des personnes dans l'habitable déductible de son rythme cardiaque et de sa masse corporelle, l'isolation procurée par les vêtements en tant que grandeurs moyennes estimées en fonction des saisons et de la température extérieure.
- [0114] Les données d'entrée de la régulation de la température du corps peuvent être la température cutanée des différents segments et notamment de la peau et la puissance thermique cutanée par convection et rayonnement.
- [0115] L'indice de confort thermique pouvant être retenu dans le cadre de la présente invention peut être la température équivalente. Cet indice est adapté aux environnements hétérogènes et aux conditions transitoires, ce qui est le cas pour l'habitable des moyens de transport.

[0116] Ceci est fait à partir d'un diagramme de confort ayant été élaboré pour la ou les personnes de référence dans un espace fermé similaire à l'habitacle avec identification d'au moins une plage de température équivalente reconnue comme zone de confort pour la personne de référence.

[0117] La température équivalente est définie comme étant la température d'une enceinte isotherme ayant une vitesse d'air nulle, dans laquelle une personne de référence échangerait la même quantité de chaleur sensible, par convection et rayonnement, que dans l'enceinte réelle dans laquelle la personne se trouve, c'est-à-dire l'habitacle. Cette enceinte permet de prendre en compte les effets des températures d'air, de radiation et de la vitesse d'air soufflé.

[0118] Mathématiquement, il s'agit de résoudre l'équation suivante :

[0119] [Math.3]

$$T_{eq} = T_{peau} - \frac{R + C_{réel}}{h_{global}}$$

[0120] [Math.4]

$$C + R_{réelle}$$

[0121] étant la puissance thermique cutanée par convection C et rayonnement R calculée par le modèle de thermorégulation humaine,  $h_{global}$  étant le coefficient moyen d'échange thermique entre l'air de l'habitacle et le corps humain, établi à vitesse d'air nulle. Dans une forme préférentielle de réalisation de l'invention, le moyen de trajet peut être un véhicule automobile, notamment un véhicule hybride ou électrique. Il est alors possible d'estimer une consommation de traction du véhicule automobile pour le trajet à parcourir par le modèle mathématique en y ajoutant la consommation du système de climatisation. Ainsi, quand le véhicule automobile est un véhicule à propulsion électrique ou hybride doté d'au moins une batterie de traction en charge d'une alimentation électrique de la régulation de la climatisation en plus d'au moins un moteur électrique, le modèle mathématique peut estimer une charge à venir de ladite au moins une batterie en fin de trajet à parcourir en fonction de sa charge initiale en début de trajet à parcourir et indiquer au conducteur dans l'habitacle si le véhicule automobile est apte ou non à effectuer le trajet à parcourir sans rechargement.

[0122] Dans ce cas, le véhicule automobile électrique ou hybride, mettant en œuvre un tel procédé de régulation, comprend au moins une batterie de traction, au moins un moteur électrique de traction et un système de climatisation comprenant au moins un compresseur de climatisation alimenté par ladite au moins une batterie de traction et au moins une unité électronique de contrôle.

[0123] La ou les unités électroniques de contrôle comprennent des moyens de calcul en

temps réel et de mémorisation du modèle mathématique pour la régulation de la climatisation, des moyens de pilotage du compresseur de climatisation en fonction du modèle mathématique, des moyens d'estimation de la charge initiale en début de trajet à parcourir et de la charge en fin de trajet à parcourir de ladite au moins une batterie de traction.

- [0124] Enfin, les unités électroniques de contrôle comprennent des moyens d'actionnement des moyens d'actionnement de moyens d'avertissement visuel ou sonore d'un conducteur du véhicule automobile que la charge initiale de ladite au moins une batterie en début de trajet à parcourir n'est pas suffisante pour garantir une atteinte de la fin du trajet à parcourir sans rechargement de ladite au moins une batterie de traction.
- [0125] La figure 4 montre un logigramme d'une forme de réalisation du procédé de régulation selon la présente invention pour un véhicule automobile hybride ou électrique.
- [0126] L'étape K illustre la commande du compresseur et l'étape L une régulation s'effectuant en temps réel. Les données historiques du trajet à parcourir sont fournies en M et les données prédites de vitesse du moyen de transport sont calculées en N par un algorithme de prévision en fonction des données historiques et des données en temps réel relatives au type de trajet à parcourir avec émission d'une vitesse prédite réactualisée en temps réel. L'algorithme de prévision peut être un algorithme de Markov ou un algorithme à réseau neuronal avec phase d'apprentissage, comme il sera ultérieurement plus précisément détaillé.
- [0127] La vitesse probable est obtenue en O. A partir de la vitesse probable O et en fonction du modèle de traction T, il est réalisé une estimation de consommation de traction U.
- [0128] L'étape de contrôle en temps réel L pour la commande du compresseur à l'étape K peut s'effectuer en fonction notamment d'une température extérieure probable mesurée ou estimée P, d'une humidité extérieure probable mesurée ou estimée Q, d'une puissance solaire probable estimée R et d'un état de charge de la batterie estimée S.
- [0129] Parallèlement, la température extérieure probable mesurée ou estimée P, l'humidité extérieure probable mesurée ou estimée Q et la puissance solaire probable estimée R sont transmises à un modèle du système de climatisation V pour établir une estimation de consommation du système de climatisation W.
- [0130] L'estimation de consommation de traction U et l'estimation de consommation du système de climatisation W servent à établir une estimation de consommation totale du véhicule automobile Y regroupant des deux estimations ajoutées.
- [0131] Suivant cette estimation de consommation totale Y, il est à nouveau estimé à partir d'un modèle de batterie de traction X l'état de charge de la batterie de traction précédemment référencé S.
- [0132] Le but du contrôle présenté à la figure 4 est de commander le système de clima-

tisation de telle façon à ce que la température équivalente des différentes parties du corps humain reste dans la zone de confort, dans les limites de l'énergie disponible pour la climatisation et/ou le chauffage.

- [0133] En tenant compte des données contextuelles, un tel procédé de régulation permet de prédire le profil de vitesse probable sur l'ensemble du trajet futur à parcourir par le moyen de transport, notamment un véhicule automobile, plus précisément un véhicule automobile électrique ou hybride. Ce calcul de la vitesse la plus probable du véhicule peut être basé sur un des deux principes des deux algorithmes suivants.
- [0134] Le premier algorithme est basé sur une chaîne de Markov à temps discret et à espaces d'état discret. La chaîne de Markov est un processus stochastique basé sur le principe que l'information utile pour la prédiction du futur est entièrement contenue dans l'état présent du processus et n'est pas dépendante des états antérieurs.
- [0135] Le deuxième algorithme est celui d'un apprentissage profond ou auto-apprentissage basé sur une intelligence artificielle capable d'apprendre par elle-même, contrairement à une programmation qui se contente d'exécuter à la lettre des règles prédéterminées.
- [0136] Cet auto-apprentissage s'appuie sur un réseau de neurones artificiels s'inspirant du cerveau humain. Ce réseau est composé de dizaines voire de centaines de « couches » de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente.
- [0137] À chaque étape, les sorties inexactes sont éliminées et renvoyées vers les niveaux en amont pour ajuster le modèle mathématique. Au fur et à mesure, le programme réorganise les informations en blocs plus complexes. Lorsque ce modèle est par la suite appliqué à d'autres cas, il est capable de calculer et prédire les grandeurs de sorties correctement. Les données de départ sont essentielles : plus le système accumule d'expériences différentes, plus il sera performant.
- [0138] Les deux algorithmes présentés précédemment peuvent être utilisés pour déterminer la vitesse la plus probable sur le trajet à venir.
- [0139] Dans le cas d'un auto-apprentissage par mémoire artificielle, l'algorithme est alors basé sur un réseau de neurones profond pour prédire la vitesse du véhicule. Ces réseaux de neurones artificiels permettent d'établir des relations entre des entrées et des sorties d'une base de données qui sert d'apprentissage. Les données d'entrée peuvent être par exemple les topologies de route comme la déclivité, l'altitude du trajet, les limitations de vitesse, les vitesses maximales en courbe, etc.
- [0140] Les données d'entrée peuvent être aussi de nature typologique, comme la présence de feux de circulation, de panneaux stop ou non prioritaire, de passages à niveau, etc.
- [0141] Les données d'entrée peuvent être enfin l'état du trafic en temps réel, ainsi que d'autres variables exogènes pouvant avoir un impact sur la prévision, comme les conditions météorologiques, la date et l'heure.
- [0142] Les données de sortie peuvent correspondre à un tableau de la vitesse moyenne sur

les portions de route qui seront empruntées par le véhicule.

- [0143] Le choix de l'algorithme est motivé par son pouvoir prédictif qui repose sur sa capacité à tirer des enseignements des données historiques et à capturer des dépendances cachées et fortement non linéaires, même en présence de bruits importants dans les données d'apprentissage. L'idée est de prédire les vitesses moyennes les plus probables sur des segments de route et de les assigner ensuite au véhicule.
- [0144] De même, les conditions météorologiques les plus probables sur le trajet à parcourir peuvent être déterminées en utilisant des informations issues de la connectivité du véhicule à des bases de prévisions météorologiques.
- [0145] Les conditions météorologiques les plus probables sur le trajet sont ainsi extraites parmi la température extérieure la plus probable, le taux d'humidité le plus probable et les conditions d'ensoleillement les plus probables.
- [0146] L'ensemble de ces données les plus probables correspondent aux données d'entrée des modèles de calcul des consommations énergétiques du véhicule pour garantir au mieux le confort de température dans l'habitacle.
- [0147] Pour cela un processus d'optimisation par programmation dynamique peut être mis en œuvre. Il permet d'identifier le meilleur scénario de commande permettant à moindre coût énergétique d'optimiser le confort habitacle par une simple commande de vitesse de rotation du compresseur.
- [0148] Le problème d'optimisation de la consommation énergétique du véhicule est résolu en utilisant le principe de programmation dynamique. Il permet de garantir au conducteur d'arriver à sa destination et de minimiser l'inconfort thermique sous contrainte d'une énergie disponible finie, tel que défini dans le problème d'optimisation.
- [0149] Une optimisation hors ligne est mise en œuvre pour déterminer la trajectoire optimale de la commande du compresseur pour construire une cartographie de commande optimale qui sera utilisée pour assurer le contrôle commande en temps réel du système de climatisation.
- [0150] La programmation dynamique peut reposer sur le principe d'optimalité de Bellman énonçant qu'une suite de commande optimales est telle que, quels que soient l'état et l'instant considérés sur une trajectoire optimale, les commandes ultérieures constituent pour le problème ayant cet état et cet instant comme éléments initiaux une suite de commandes optimales.
- [0151] Le suivi de l'état de charge de la batterie est construit séquentiellement. L'objectif est de trouver l'ensemble des commandes  $u$  qui minimise la fonction d'inconfort cumulée  $J(u)$  entre l'instant initial  $t_0$ ,  $w$ , la perturbation subie par le système et  $L$  ayant été précédemment définis à la première équation donnée et l'instant présent  $t$  soit :
- [0152]

[Math.5]

$$\min_{u \in U} \{J(u) = \int_0^{t_{fin}} L(x(t), u(t), w(t)) \cdot dt\}$$

- [0153] Le principe d'optimisation pour le calcul temps réel de la commande du compresseur utilise les résultats des calculs effectués hors ligne par programmation dynamique. Ces calculs hors ligne permettent de générer une table de commandes optimales de la climatisation tout au long du trajet. Cette table est réactualisée périodiquement au fur et à mesure de l'avancé du véhicule.
- [0154] Par ailleurs, ces calculs permettent de prédire la consommation du véhicule jusqu'à destination, et donc de connaître l'état de charge résiduel de la batterie une fois le véhicule arrivé à destination. L'autonomie résiduelle du véhicule est calculée en ajoutant la distance restant à parcourir à une autonomie possible avec l'état de charge prédit en fin de trajet et calculée à partir d'une valeur moyenne de consommation établie sur l'historique des trajet antérieurs.
- [0155] Pour le contrôle temps réel, la vitesse du véhicule est imposée par la demande du conducteur ou du pilote. L'optimisation énergétique ne porte que sur le contrôle commande en temps réel du système de climatisation. Pour répondre à la demande de couple, le temps de réaction est instantané.
- [0156] Pour ajuster la vitesse du compresseur, un temps de réponse supérieur est suffisant du fait de l'inertie thermique de l'habitacle. La commande de vitesse du compresseur à appliquer à chaque instant est issu des résultats de calcul hors trajet et correspond à une moyenne des commandes optimales sur une période de temps de quelques minutes.
- [0157] L'état de charge courant de la batterie permet de connaître à chaque instant l'énergie disponible pour le confort thermique, déduction faite de l'énergie nécessaire à la traction du véhicule pour atteindre la destination.
- [0158] Les besoins énergétiques pour le confort habitacle ayant été calculés hors trajet avant que le trajet ne débute, il est possible de savoir si l'intégralité du trajet pourra être réalisée avec des conditions de confort optimales.
- [0159] L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples.

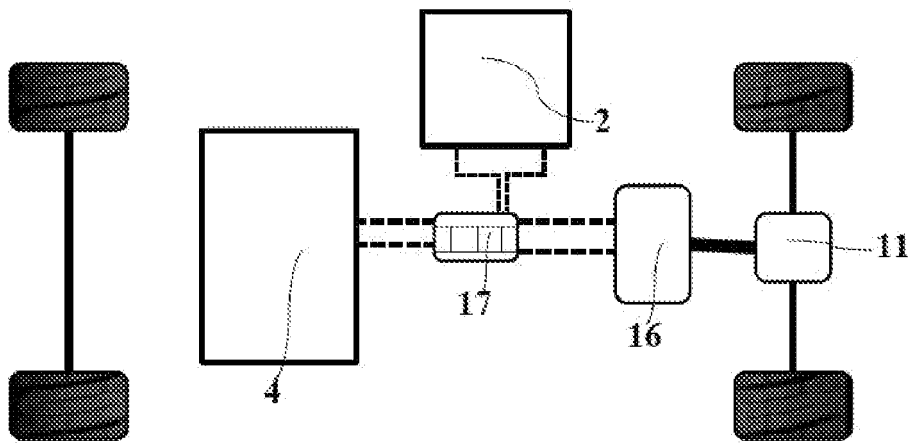
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de régulation d'au moins une température équivalente dans un habitacle d'un moyen de transport doté d'un système de climatisation de l'habitacle, la régulation se faisant à partir d'un diagramme de confort ayant été élaboré pour au moins une personne de référence dans un espace fermé avec identification d'au moins une plage de température équivalente reconnue comme zone de confort pour la personne de référence, caractérisé en ce qu'une régulation de la climatisation est effectuée selon un modèle mathématique prenant en compte des données (H) relatives à au moins une personne présente dans l'habitacle, des données (E) relatives à l'habitacle, des données historiques ou prédites (A, B, C) d'un trajet à parcourir par le moyen de transport, ces données historiques ou prédites (A, B, C) concernant au moins des données météorologiques (C) relatives au trajet à parcourir, des données en temps réel (B) relatives au type de trajet à parcourir et des données prédites de vitesse du moyen de transport, la régulation de la climatisation se faisant en temps réel en fonction du modèle mathématique afin qu'au moins une température équivalente de l'habitacle soit dans la zone de confort pour ladite au moins une personne présente dans l'habitacle.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel des données (G) relatives à au moins un moteur de propulsion du moyen de transport sont prises en compte pour une élaboration d'un modèle de chaîne de traction permettant de calculer une consommation énergétique du moyen de transport sur le trajet considéré.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel les données (H) relatives à ladite au moins une personne présente dans l'habitacle sont sélectionnées unitairement ou en combinaison parmi un nombre de ladite au moins une personne présente dans l'habitacle, un poids et tout paramètre relatif au métabolisme de ladite au moins une personne déductible de sa température, de son rythme cardiaque et de sa masse corporelle, les données (E) relatives à l'habitacle sont une température, une hygrométrie et un volume de l'habitacle.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les données prédites de vitesse du moyen de transport sont calculées par un algorithme de prévision (N) en fonction des données

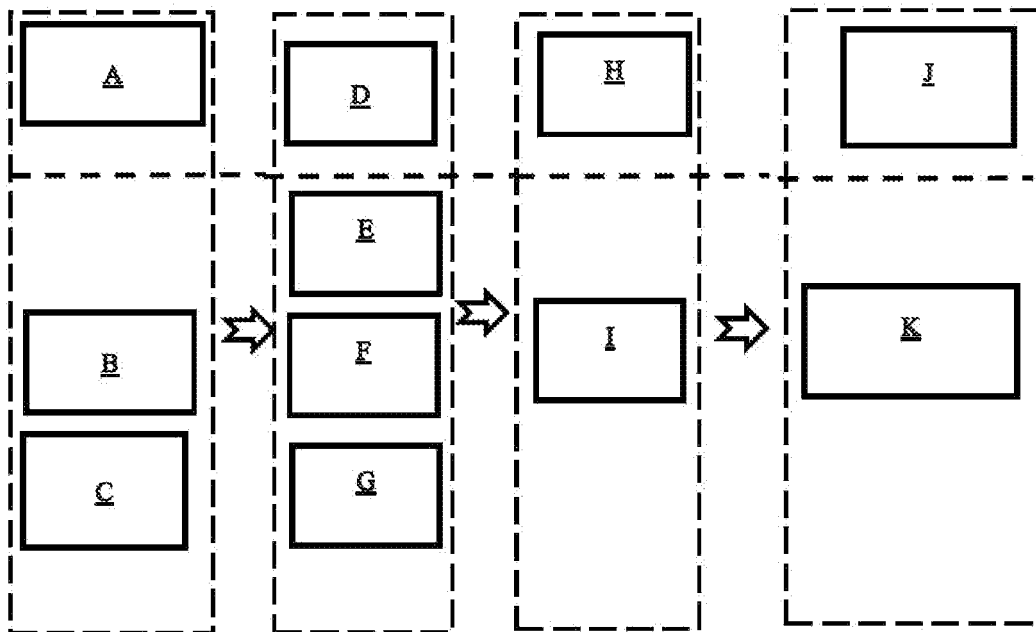
- historiques (A) et des données prédites (B, C) avec une vitesse prédite réactualisée en temps réel.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'algorithme de prévision (N) est un algorithme de Markov ou un algorithme à réseau neuronal avec phase d'apprentissage.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les données historiques (A) et prédites (B) du trajet à parcourir sont prises parmi les paramètres suivants pris unitairement ou en combinaison : un trajet défini par ladite au moins une personne dans un système de géolocalisation ayant mémorisé des profils de trajet comme une déclivité du trajet, les données prédites (B) du trajet étant fournies en temps réel par des technologies d'information et de communication équipant le moyen de transport, les données météorologiques (C) relatives au trajet à parcourir étant prises unitairement ou en combinaison parmi une température d'air extérieur, une hygrométrie extérieure, une vitesse du vent, une puissance solaire, des données saisonnières enregistrées en fonction d'une date et d'une heure alors en vigueur.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, quand le moyen de trajet est un véhicule automobile, les données historiques (A) prennent en compte unitairement ou en combinaison une déclivité du trajet, une altitude du trajet et des limitations de vitesse à venir, les données prédites (B, C) données en temps réel par des technologies d'information et de communication paramétrant une circulation sur le trajet à parcourir.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel une consommation de traction (U) du véhicule automobile pour le trajet à parcourir additionnée d'une consommation pour la climatisation (W) est estimée par le modèle mathématique.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, quand le véhicule automobile est un véhicule à propulsion électrique ou hybride doté d'au moins une batterie (4) en charge d'une alimentation électrique de la régulation de la climatisation, le modèle mathématique estime une charge à venir (S) de ladite au moins une batterie en fin de trajet à parcourir en fonction de sa charge initiale en début de trajet à parcourir et indique à ladite au moins une personne de l'habitacle si le véhicule automobile est apte ou non à effectuer le trajet à parcourir sans rechargement.

[Revendication 10] Véhicule automobile électrique ou hybride mettant en œuvre un procédé de régulation selon l'une quelconque des revendications précédentes, le véhicule automobile comprenant au moins une batterie (4), au moins un moteur électrique (11) de traction, un système de climatisation comprenant au moins un compresseur (6) de climatisation alimenté par ladite au moins une batterie (4) et au moins une unité électronique de contrôle, caractérisé en ce que ladite au moins une unité électronique de contrôle comprend des moyens de calcul en temps réel et de mémorisation du modèle mathématique pour la régulation de la climatisation, des moyens de pilotage du compresseur (6) de climatisation en fonction du modèle mathématique, des moyens d'estimation de la charge initiale en début de trajet à parcourir et de la charge (S) en fin de trajet à parcourir de ladite au moins une batterie (4) et des moyens d'actionnement de moyens d'avertissement visuel ou sonore d'un conducteur du véhicule automobile que la charge initiale de ladite au moins une batterie (4) en début de trajet à parcourir n'est pas suffisante pour garantir une atteinte de la fin du trajet à parcourir sans rechargement de ladite au moins une batterie (4).

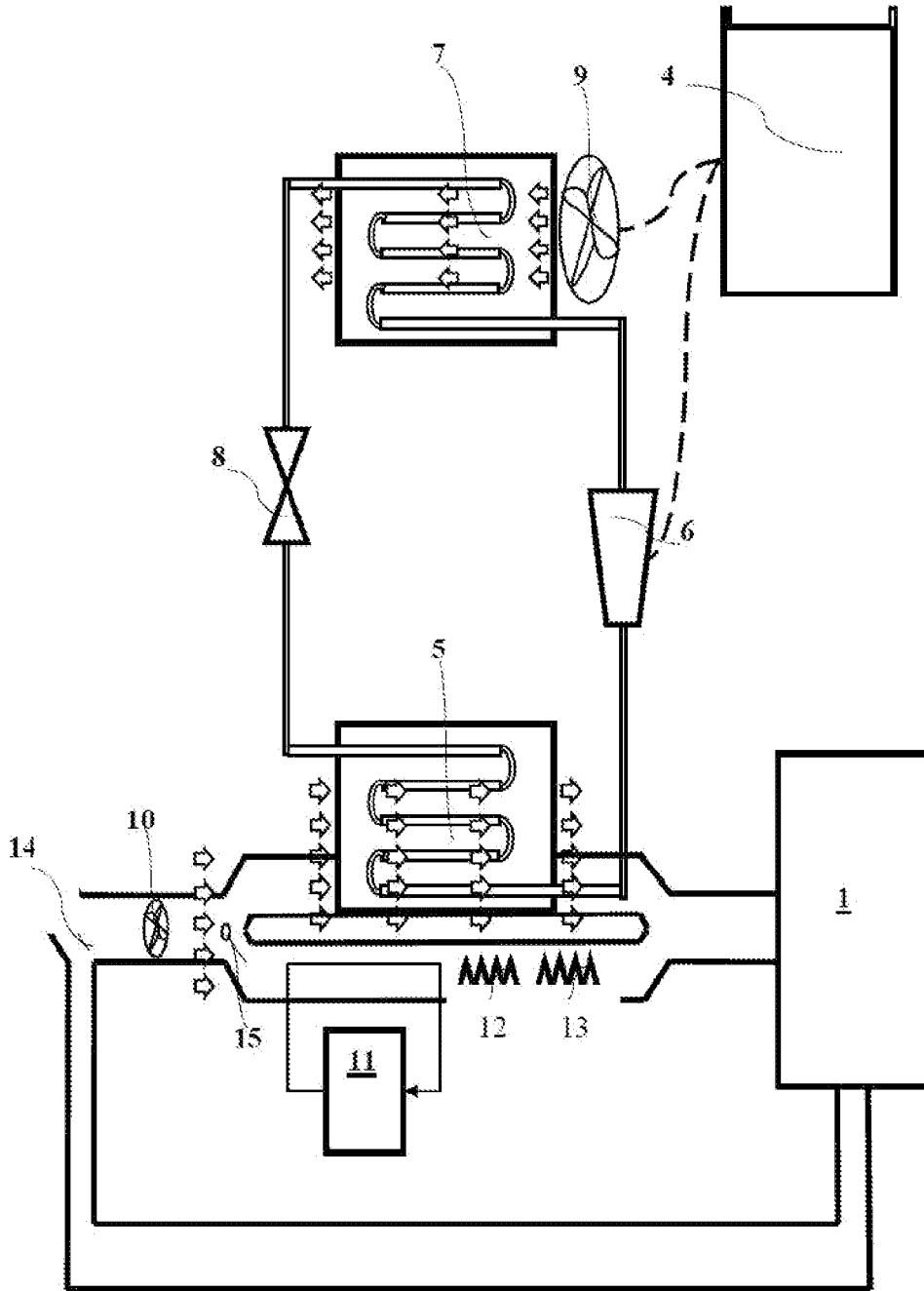
[Fig. 1]



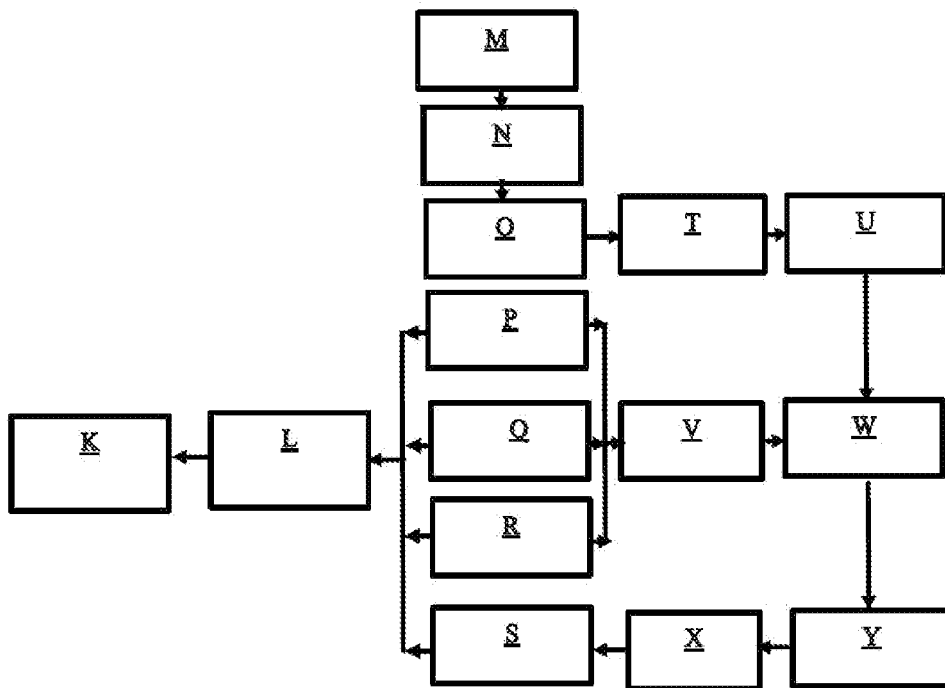
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



# 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**

GB 2 551 999 A (FORD GLOBAL TECH LLC [US])  
10 janvier 2018 (2018-01-10)

WO 2016/029044 A1 (PROTEQ TECHNOLOGIES LLC [US]) 25 février 2016 (2016-02-25)

EP 2 868 545 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 6 mai 2015 (2015-05-06)

JP H11 1112 A (SANDEN CORP)  
6 janvier 1999 (1999-01-06)

US 2011/015908 A1 (TIWARI PUNIT [IN] ET AL) 20 janvier 2011 (2011-01-20)

EP 1 741 582 A1 (FIAT RICERCA [IT])  
10 janvier 2007 (2007-01-10)

WO 2014/085302 A1 (FAURECIA AUTOMOTIVE SEATING LLC [US]) 5 juin 2014 (2014-06-05)

WO 2015/063311 A1 (AVL LIST GMBH [AT])  
7 mai 2015 (2015-05-07)

FR 2 961 775 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR])  
30 décembre 2011 (2011-12-30)

**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