

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 137 418**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 06533**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 02 M 31/20 (2022.01), F 28 F 17/00**

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.06.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.01.24 Bulletin 24/01.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **ACHIR ALI, CHASSAGNARD SYLVAIN et GABAUD ALICIA.**

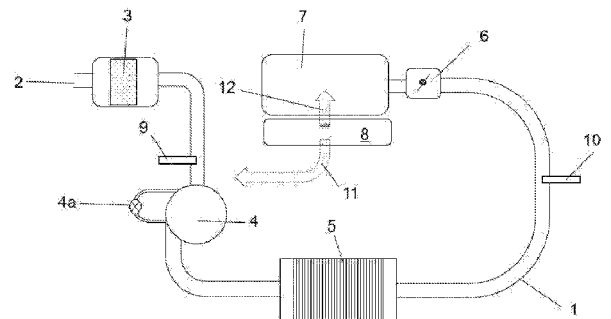
⑦3 Titulaire(s) : **STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.**

⑦4 **Mot-clé(s) : moteur suralimenté comprenant des moyens de détection de la formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation.**

⑤7 L'invention concerne un ensemble moteur suralimenté comprenant un moteur, une ligne (1) d'admission d'air reliée à ce moteur, un compresseur (4) d'air et un refroidisseur (5) de l'air issu du compresseur (4), des moyens de détermination de la perte de charge nominale à travers le refroidisseur (5), caractérisé en ce qu'il comprend de plus un régulateur PID de

la pression d'air de suralimentation agencé pour recevoir en entrée une consigne de pression d'air de suralimentation ainsi qu'une mesure de pression d'air de suralimentation et pour fournir en sortie une consigne de pression d'air de suralimentation corrigée, des moyens de calcul électronique agencés pour détecter un fonctionnement stabilisé en pression d'air de suralimentation, relever la valeur du terme intégral du régulateur PID lorsqu'un tel fonctionnement stabilisé est détecté, conclure à une formation de glace dans le refroidisseur (5) lorsque la valeur du terme intégral est supérieure à un seuil indicatif d'une présence de glace.

Figure 1



FR 3 137 418 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Ensemble moteur suralimenté comprenant des moyens de détection de la formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation**

- [0001] La présente invention concerne le domaine des moteurs à combustion interne suralimentés. Plus particulièrement, l'invention a pour objet un ensemble moteur suralimenté comprenant des moyens de détection de la formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation.
- [0002] Les véhicules actuels, qu'ils fonctionnent avec de l'essence ou bien du gazole, comprennent généralement des moyens pour comprimer l'air destiné à être admis dans les chambres de combustion. En effet, compte tenu des exigences requises en terme de puissance dans les nouvelles motorisations, il est classique que la ligne d'admission d'air comporte un turbocompresseur. Toutefois, l'air comprimé chauffe et par conséquent réduit la capacité du moteur à enfermer une masse d'air et dégrade l'avance à l'allumage. Aussi, afin de maintenir la performance du moteur, il est nécessaire de le refroidir. C'est pourquoi il est également classique de rencontrer en aval du compresseur un échangeur de chaleur apte à refroidir l'air circulant dans le conduit d'admission. Cet échangeur de chaleur est habituellement nommé Refroidisseur d'Air de Suralimentation (RAS).
- [0003] Sous certaines conditions, on peut observer dans les moteurs turbocompressés des dysfonctionnements liés à la formation de bouchons de glace dans les refroidisseurs d'air de suralimentation. La formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation est liée à l'évaporation de l'humidité stockée dans l'huile moteur. Cette dernière est réinjectée via un circuit principal de recirculation de gaz de carter (appelés aussi gaz de « blow-by ») en amont du compresseur de turbocompresseur. Le moteur peut avoir un circuit secondaire de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers un répartiteur d'air d'admission, mais le circuit de recirculation de gaz de carter principal est utilisé lorsque la pression dans le répartiteur dépasse un seuil d'activation déterminé : le circuit de recirculation des gaz de carter est un système mécanique et l'activation de chacune des branches (principale ou secondaire) dépend de la pression dans le carter et de l'ouverture des clapets du circuit. Si la pression dans le carter est inférieure à la pression plenum (à savoir en phase suralimentée), les gaz de carter circuleront par le circuit principal. Si la pression dans le carter est supérieure à la pression plenum (zone de fonctionnement atmosphérique du moteur suralimenté), alors les gaz de carter circuleront via le circuit secondaire.
- [0004] La conduite sur de courtes distances à vitesse réduite et en conditions froide et

humide favorise le phénomène précédemment cité en augmentant la proportion d'eau dans l'huile moteur. Une fois l'huile moteur chargée en eau, il suffit d'un roulage à plus haute vitesse pour basculer sur le circuit de recirculation de gaz de carter principal et réintroduire l'eau stockée dans l'huile en amont du compresseur et par voie de conséquence en amont du refroidisseur d'air de suralimentation. Si les conditions extérieures sont favorables à la création de glace (températures négatives), cette eau ré-injectée sous forme de vapeur se condense dans le refroidisseur d'air de suralimentation, puis vient stagner et geler en sortie de ce dernier créant ainsi un bouchon de glace.

[0005] Le document FR2941291A1 propose de détecter la formation de glace réalisée par mesure de la perte de charge d'air de suralimentation à travers le refroidisseur d'air de suralimentation. Cependant cette méthode a pour inconvénient de requérir des capteurs supplémentaires de mesure de pression.

[0006] L'invention vise à résoudre les inconvénients de l'art antérieur en prévoyant selon l'invention un ensemble moteur suralimenté comprenant :

- un moteur à combustion interne,
- d'une ligne d'admission d'air reliée au moteur à combustion interne et comprenant un compresseur d'air et un refroidisseur de l'air issu du compresseur,
- des moyens de détermination de la perte de charge nominale à travers le refroidisseur d'air de suralimentation,

Selon l'invention cet ensemble moteur suralimenté comprend de plus :

- un régulateur PID de la pression d'air de suralimentation du moteur, agencé pour recevoir en entrée une consigne de pression d'air de suralimentation ainsi qu'une mesure de pression d'air de suralimentation et pour fournir en sortie une consigne de pression d'air de suralimentation corrigée,
- des moyens de calcul électronique agencés pour :
  - détecter un fonctionnement stabilisé en pression d'air de suralimentation du moteur,
  - relever la valeur du terme intégral du régulateur PID lorsqu'un tel fonctionnement en stabilisé est détecté,
  - conclure à une formation de glace dans le refroidisseur lorsque la valeur du terme intégral du régulateur PID est supérieure à un seuil déterminé qui est indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur.

[0007] L'effet technique est d'utiliser les informations du régulateur PID pour pouvoir détecter indirectement la formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation sans utiliser de capteurs de pression supplémentaire aux bornes du refroidisseur.

[0008] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaisons :

- [0009] Selon un mode de réalisation, cet ensemble comprend des moyens agencés pour vérifier aussi que l'ensemble des critères suivants sont respectés avant de relever la valeur du terme intégral du régulateur PID :
- [0010] -le gradient de la consigne de pression d'air de suralimentation est inférieur à un premier seuil déterminé,
- [0011] -le gradient de la mesure de pression d'air de suralimentation, est inférieur à un second seuil déterminé,
- [0012] -l'écart entre la consigne de pression d'air de suralimentation et la mesure de pression d'air de suralimentation est inférieur à un troisième seuil déterminé.
- [0013] Selon un mode de réalisation, cet ensemble comprend des moyens agencés pour vérifier aussi que l'écart entre la mesure de pression de suralimentation et la pression de suralimentation naturelle est supérieur à un quatrième seuil déterminé, avant de relever la valeur du terme intégral du régulateur PID.
- [0014] Selon un mode de réalisation, cet ensemble comprend des moyens agencés pour vérifier aussi que la température extérieure est inférieure à 0°C, avant de relever la valeur du terme intégral du régulateur PID.
- [0015] Selon un mode de réalisation, cet ensemble comprend des moyens pour calculer une moyenne de la valeur du terme intégral du régulateur PID lorsqu'un tel fonctionnement en stabilisé est détecté et de comparer l'écart entre la valeur du terme intégral du régulateur PID et cette moyenne au seuil déterminé indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur.
- [0016] Selon un mode de réalisation, la moyenne est calculée par un filtre numérique de premier ordre dont l'équation de récurrence est :
- $$I_{stab\_moy}(k) = Gain_{moy} \cdot I_{stab\_moy}(k) + (1 - Gain_{moy}) \cdot I_{stab\_moy}(k-1)$$
- Avec  $I_{stab\_moy}$  la moyenne,  $Gain_{moy}$  un facteur représentant la constante de temps du filtre et  $k$  un pas de calcul.
- [0017] Selon un mode de réalisation, cet ensemble comprend des moyens pour déterminer le seuil indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur en fonction de la charge et du régime du moteur ainsi que de l'altitude.
- [0018] L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble moteur suralimenté selon l'une quelconque des variantes précédemment décrites.
- [0019] Selon un mode de réalisation, le véhicule automobile comprend :
- un circuit principal de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers l'amont du compresseur,
  - un circuit secondaire de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers un répartiteur d'air d'admission,
- le circuit de recirculation de gaz de carter principal étant utilisé lorsque la pression

dans le répartiteur d'air d'admission dépasse un seuil de pression d'activation déterminé,

-des moyens agencés pour changer de réglage de fonctionnement du moteur en cas de détection de formation de glace avérée de façon à ne pas dépasser le seuil de pression d'activation déterminé.

[0020] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :

[0021] [Fig.1] : cette figure représente une architecture de moteur à combustion interne conforme à l'invention.

[0022] [Fig.2] : cette figure représente schématiquement le principe de pilotage de la pression d'air de suralimentation.

[0023] [Fig.3] : cette figure représente schématiquement un mode de réalisation de la stratégie de détection de la formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation.

[0024] La [Fig.1] présente une architecture de moteur à combustion interne. Le moteur à combustion interne peut être un moteur à allumage commandé ou à allumage par compression. Un tel moteur peut équiper un véhicule automobile.

[0025] En référence à la [Fig.1], le moteur à combustion interne est équipé d'une ligne d'admission d'air 1. La ligne d'admission d'air 1 est agencée de la manière suivante : une entrée d'air frais 2 est reliée à un filtre à air 3. La sortie d'air du filtre à air 3 est reliée à l'entrée d'un compresseur 4 d'air de suralimentation. Le compresseur 4 peut être un compresseur de turbocompresseur. Le compresseur 4 peut comprendre un clapet de décharge 4a (communément désignée en anglais par l'expression « Dump Valve » dans le domaine des motoristes). La sortie d'air du compresseur 4 est reliée à une entrée d'air du refroidisseur 5 d'air de suralimentation. Ainsi l'air comprimé dans le compresseur 4 est refroidi dans ce refroidisseur 5. La sortie d'air du refroidisseur 5 d'air de suralimentation est reliée à l'entrée d'air d'une vanne 6 de dosage de l'air admis dans le moteur. Cette vanne 6 peut être un boîtier papillon motorisé. La sortie d'air de la vanne 6 de dosage de l'air est reliée à l'entrée d'un répartiteur 7 d'air. Le répartiteur 7 d'air est relié au carter 8 moteur pour amener l'air vers les chambres de combustion, non représentées.

[0026] Le moteur comprend encore des moyens 9 de mesure de la pression en amont du compresseur 4 tel qu'un capteur de pression, pour connaître la pression de l'air entrant dans le compresseur 4. La pression en amont du compresseur 4 peut également être estimée à partir de la pression atmosphérique et des pertes de charges de la ligne d'admission d'air jusqu'au compresseur 4.

[0027] Le moteur comprend encore des moyens 10 de mesure de la pression de surali-

mentation, tel qu'un capteur de pression, pour mesurer et connaître la pression de l'air entrant dans la vanne 6 de dosage d'air.

- [0028] Le moteur peut comprendre un circuit principal de recirculation de gaz de carter (en amont du compresseur 4 de turbocompresseur (flèche 11) et un circuit secondaire de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers un répartiteur 7 d'air d'admission (flèche 12), le circuit de recirculation de gaz de carter principal étant utilisé lorsque la pression dans le répartiteur 7 d'air d'admission dépasse un seuil de pression d'activation déterminé.
- [0029] Le moteur comprend également des moyens de calcul électronique tel qu'un calculateur électronique, non représenté, comprenant les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en œuvre de la stratégie de détection de glace dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation de l'invention.
- [0030] Le moteur comprend encore un régulateur de pression d'air de suralimentation. La [Fig.2] présente le principe de régulation de la pression d'air de suralimentation. Cette stratégie est composée d'une boucle de régulation de type Proportionnel-Intégral-Dérivé encore désigné PID (régulateur PID 20) et d'une boucle ouverte 21.
- [0031] Le régulateur PID 20 détermine à partir de la consigne de pression d'air de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_cons}}$ , qui traduit la volonté du conducteur, et de la mesure de pression d'air de suralimentation par le capteur 10,  $P_{\text{amont\_pap\_mes}}$ , une consigne de pression d'air de suralimentation corrigée,  $P_{\text{amont\_pap\_cor}}$ .
- [0032] Ensuite, à l'étape 21a, la boucle ouverte 21 calcule à partir de la consigne de pression d'air de suralimentation corrigée par le régulateur PID 20,  $P_{\text{amont\_pap\_cor}}$ , la détente compresseur requise.
- [0033] La boucle ouverte 21 calcule ensuite à l'étape 21b la puissance du compresseur 4 requise, puis à l'étape 21c le rapport de détente turbine requis. Enfin, elle traduit ce rapport de détente turbine requis en consigne de position turbocompresseur à l'étape 21d via par exemple un modèle inverse de la turbine.
- [0034] Le capteur de pression 10 mesure la pression de l'air de suralimentation obtenue,  $P_{\text{amont\_pap\_mes}}$ , et retourne cette information au régulateur PID 20
- [0035] Plus précisément, à l'étape 21a, la détente compresseur requise,  $\pi_{\text{comp\_req}}$  se calcule selon la formule :
- [0036] 
$$\pi_{\text{comp req}} = \frac{P_{\text{aval\_comp\_req}}}{P_{\text{amont\_comp\_mes}}}$$
- [0037] Avec :
- [0038]  $P_{\text{amont\_comp\_mes}}$  : la pression mesurée en amont du compresseur 4 par le capteur de pression 9, ou estimée.
- [0039]  $P_{\text{aval\_comp\_req}}$  : la pression requise en aval du compresseur 4, autrement dit à sa

sortie. La pression requise en aval du compresseur 4, se calcule selon la formule :

$$[0040] \quad P_{\text{aval\_comp\_req}} = P_{\text{amont\_pap\_cons}} + \text{PIDcor} + \Delta P_{\text{RAS\_nom}}$$

[0041] Avec :

[0042]  $P_{\text{amont\_pap\_cons}}$  : la consigne de pression d'air de suralimentation qui traduit la volonté du conducteur,

[0043]  $\Delta P_{\text{RAS\_nom}}$  : la perte de charge nominale du refroidisseur 5 d'air de suralimentation, sans formation de glace. Cette perte de charge nominale peut se calculer par exemple via une loi de débit prédéterminée qui peut être mémorisée dans une cartographie, cette cartographie établissant la perte de charge nominale en fonction d'un débit d'air

[0044]  $\text{PIDcor}$  : la correction de pression du régulateur PID 20, avec :

$$[0045] \quad \text{PIDcor} = P_{\text{amont\_pap\_cor}} - P_{\text{amont\_pap\_cons}}$$

[0046] On se rend alors compte que l'action du régulateur PID 20 vient s'ajouter à la perte de charge dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation.

[0047] Cette correction de pression du régulateur PID 20 est assimilable à une perte de charge. De plus on réalise que la correction de pression du régulateur PID 20 se réduit à l'action intégrale du régulateur PID en conditions de fonctionnement stabilisé de pression d'air de suralimentation du moteur.

[0048] Par conséquent, une augmentation anormale de la correction  $\text{PIDcor}$  du régulateur PID 20 en stabilisé permet de détecter la formation de glace dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation. En effet, si de la glace se forme dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation, sa perte de charge réelle augmente et s'écarte de sa perte de charge nominale et c'est alors le régulateur PID 20 qui compense via le terme  $\text{PIDcor}$ .

[0049] Fort de ce constat, et en référence à la [Fig.3], la stratégie de détection de la formation de glace dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation se base sur les différentes étapes suivantes traitées les moyens de calcul électronique :

[0050] Au bloc 30, on vérifie que les conditions sont toutes remplies pour autoriser au bloc 31 la poursuite de la stratégie de détection de la formation de glace dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation.

[0051] Ainsi, parmi les conditions à vérifier, il est prévu à l'étape 30a, de détecter si un fonctionnement stabilisé en pression d'air de suralimentation du moteur a lieu. En effet, si le fonctionnement du moteur est tel que la pression d'air de suralimentation du moteur est stable, on constate que les termes proportionnel P et dérivé D du régulateur PID 20 sont nuls ou quasiment et deviennent négligeables devant le terme intégral I du régulateur PID 20.

[0052] Cette détection à l'étape 30a peut se réaliser en vérifiant que l'ensemble des critères suivants sont respectés :

[0053] -le gradient de la consigne de pression de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_cons}}$ , est inférieur à un premier seuil S1 déterminé

- [0054] - le gradient de la mesure de pression de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_mes}}$ , est inférieur à un second seuil  $S2$  déterminé,
- [0055] -l'écart entre la consigne de pression de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_cons}}$ , et la mesure de pression de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_mes}}$ , est inférieur à un troisième seuil  $S3$  déterminé.
- [0056] Les seuils  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$  sont choisis de sorte qu'il est considéré qu'en deçà de ces seuils, seule l'action intégral du régulateur PID 20 agit.
- [0057] On peut également prévoir de vérifier à l'étape 30b, que le régime du moteur permet au compresseur 4 du turbocompresseur d'être au-dessus de sa zone d'accroche, en comparant le régime moteur à un seuil de régime moteur,  $Sr$ . Ce seuil de régime moteur,  $Sr$ , peut être fonction de l'altitude, pour prendre en compte les variations de pression atmosphérique avec l'altitude.
- [0058] On peut également prévoir de vérifier à l'étape 30b, qu'on se retrouve dans une zone suralimentée bien au-dessus de la pression de suralimentation naturelle, en vérifiant que l'écart entre la mesure de pression de suralimentation,  $P_{\text{amont\_pap\_mes}}$ , et la pression de suralimentation naturelle est supérieur à un quatrième seuil  $S4$  déterminé. On entend par pression de suralimentation naturelle, la pression qui règne dans le répartiteur 7 quand la vanne 6 de dosage et le compresseur 4 du turbocompresseur sont tous deux ouverts. En pratique, cette pression est supérieure à la pression atmosphérique et dépend de la nature du turbocompresseur qui peut comprimer un peu bien qu'il est complètement ouvert.
- [0059] On peut également prévoir de vérifier à l'étape 30c si les conditions de températures sont favorables à la formation de glace, en vérifiant si la température extérieure est inférieure à  $0^{\circ}\text{C}$ .
- [0060] Si toutes ces conditions sont vérifiées, alors au bloc 31, étape 31a, la valeur instantanée du terme intégral, du régulateur PID (20) est relevée lors de ce fonctionnement stabilisé en pression d'air de suralimentation. Nous noterons,  $I_{\text{stab}}$ , la valeur du terme intégral pendant ce fonctionnement stabilisé.
- [0061] On peut ensuite comparer cette valeur du terme intégral du régulateur PID 20 à un seuil déterminé qui est indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur 5, et conclure à une formation de glace dans le refroidisseur 5 lorsque la valeur du terme intégral du régulateur PID 20 est supérieure à ce seuil déterminé.
- [0062] Afin de prendre en compte des dérives dues par exemple à l'effet du vieillissement du moteur ou à la dispersion de fabrication, on peut prévoir (étape 31b) de calculer la moyenne du terme intégral du régulateur PID 20. Cette action consiste à faire la moyenne de la valeur du terme intégral en stabilisé  $I_{\text{stab}}$  sur un horizon spécifié, noté  $I_{\text{stab\_moy}}$ . Cette action peut se réaliser via un filtre numérique de premier ordre dont l'équation de récurrence est :

- [0063]  $I\_stab\_moy(k) = Gain_{moy} \cdot I\_stab\_moy(k) + (1 - Gain_{moy}) \cdot I\_stab\_moy(k-1)$
- [0064] Le facteur Gain\_moy représente la constante de temps du filtre et k le pas de calcul.
- [0065] On compare (étape 32) ensuite à chaque stabilisé la valeur du terme intégral en stabilisé I\_stab à la valeur du terme intégral moyenné I\_stab\_moy. Si l'écart est supérieur à un cinquième seuil S5 déterminé, alors on conclut à une détection de formation de glace dans le refroidisseur 5 d'air de suralimentation.
- [0066] Ce cinquième seuil S5 déterminé peut lui-même dépendre du point de fonctionnement du moteur (régime et charge) et de l'altitude et être mémorisé dans une cartographie qui établit ce seuil en fonction du régime et de la charge du moteur ainsi que de l'altitude.
- [0067] Si une détection de formation de glace est avérée, des mesures préventives peuvent être appliquées avant de remonter un défaut moteur. Ces mesures préventives peuvent comprendre un changement de réglage moteur de façon à repasser en dessous du critère d'activation de la branche principale du circuit blow-by et ne pas dépasser ce seuil de pression d'activation déterminé pour rester sur la branche secondaire (remontée dans le répartiteur 7 d'air d'admission).
- [0068] La présente invention apporte une solution innovante au problème de formation de glace dans le refroidisseur d'air de suralimentation qui permet d'éviter les réparations erronées et coûteuses en après-vente telles que le remplacement inutile du turbocompresseur ou du refroidisseur d'air de suralimentation.

## Revendications

- [Revendication 1] Ensemble moteur suralimenté comprenant :
- un moteur à combustion interne,
  - d'une ligne (1) d'admission d'air reliée au moteur à combustion interne et comprenant un compresseur (4) d'air et un refroidisseur (5) de l'air issu du compresseur (4),
  - des moyens de détermination de la perte de charge nominale ( $\Delta P_{RAS\_nom}$ ) à travers le refroidisseur (5) d'air de suralimentation, caractérisé en ce qu'il comprend de plus :
    - un régulateur PID (20) de la pression d'air de suralimentation du moteur, agencé pour recevoir en entrée une consigne de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_cons}$ ) ainsi qu'une mesure de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_mes}$ ) et pour fournir en sortie une consigne de pression d'air de suralimentation corrigée ( $P_{amont\_pap\_cor}$ ),
    - des moyens de calcul électronique agencés pour :
      - détecter (30a) un fonctionnement stabilisé en pression d'air de suralimentation du moteur,
      - relever la valeur du terme intégral ( $I\_stab$ ) du régulateur PID (20) lorsqu'un tel fonctionnement en stabilisé est détecté,
      - conclure à une formation de glace dans le refroidisseur (5) lorsque la valeur du terme intégral du régulateur PID (20) est supérieure à un seuil déterminé qui est indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur (5).
- [Revendication 2] Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens agencés pour vérifier (30b) aussi que l'ensemble des critères suivants sont respectés avant de relever la valeur du terme intégral ( $I\_stab$ ) du régulateur PID (20) :
- le gradient de la consigne de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_cons}$ ) est inférieur à un premier seuil (S1) déterminé,
  - le gradient de la mesure de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_mes}$ ), est inférieur à un second seuil (S2) déterminé,
  - l'écart entre la consigne de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_cons}$ ) et la mesure de pression d'air de suralimentation ( $P_{amont\_pap\_mes}$ ) est inférieur à un troisième seuil (S3) déterminé.
- [Revendication 3] Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens agencés pour vérifier (30b) aussi que l'écart entre la mesure de

pression de suralimentation (Pamont\_pap\_mes) et la pression de suralimentation naturelle est supérieur à un quatrième seuil (S4) déterminé, avant de relever la valeur du terme intégral (I\_stab) du régulateur PID (20).

[Revendication 4]

Ensemble selon la revendication 2 ou la revendication 3, ce qu'il comprend des moyens agencés pour vérifier (30c) aussi que la température extérieure est inférieure à 0°C, avant de relever la valeur du terme intégral (I\_stab) du régulateur PID (20).

[Revendication 5]

Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour calculer une moyenne (I\_stab\_moy) de la valeur du terme intégral du régulateur PID (20) lorsqu'un tel fonctionnement en stabilisé est détecté et de comparer l'écart entre la valeur du terme intégral (I\_stab) du régulateur PID (20) et cette moyenne au seuil (S5) déterminé indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur (5).

[Revendication 6]

Ensemble selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la moyenne (I\_stab\_moy) est calculée par un filtre numérique de premier ordre dont l'équation de récurrence est :

$$I\_stab\_moy(k) = Gain_{moy} \cdot I\_stab\_moy(k) + (1 - Gain_{moy}) \cdot I\_stab\_moy(k-1)$$

Avec I\_stab\_moy la moyenne, Gain\_moy un facteur représentant la constante de temps du filtre et k un pas de calcul.

[Revendication 7]

Ensemble selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour déterminer le seuil (S5) indicatif d'une présence de glace dans le refroidisseur en fonction de la charge et du régime du moteur ainsi que de l'altitude.

[Revendication 8]

Véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble moteur suralimenté selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 9]

Véhicule automobile selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend :

-un circuit principal de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers l'amont du compresseur (4),

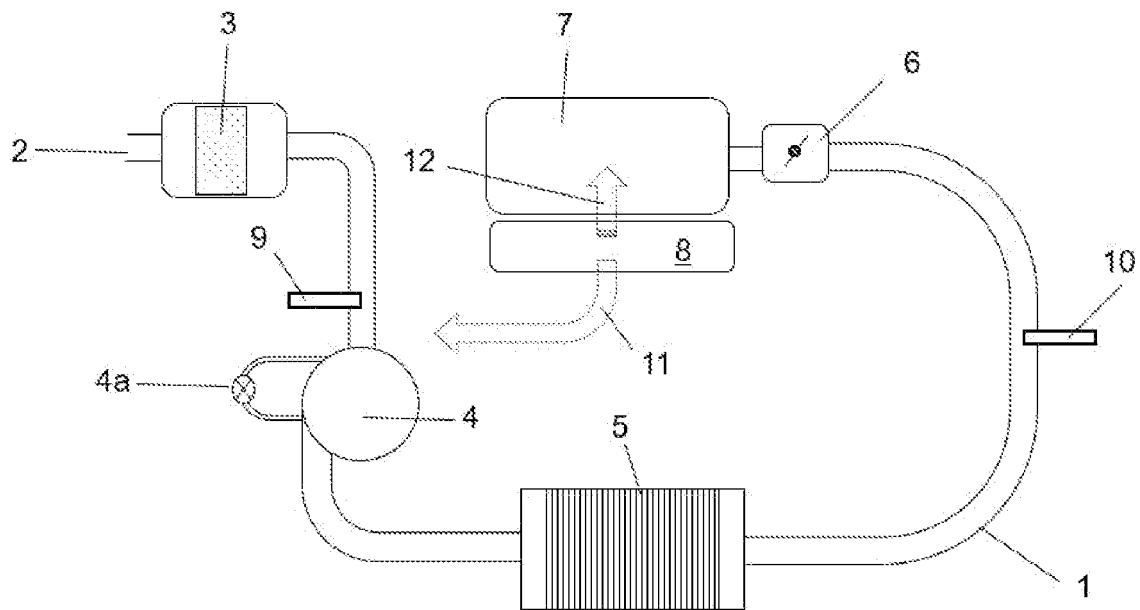
-un circuit secondaire de recirculation de gaz de carter qui renvoie les gaz de carter vers un répartiteur (7) d'air d'admission,

le circuit de recirculation de gaz de carter principal étant utilisé lorsque la pression dans le répartiteur (7) d'air d'admission dépasse un seuil de pression d'activation déterminé,

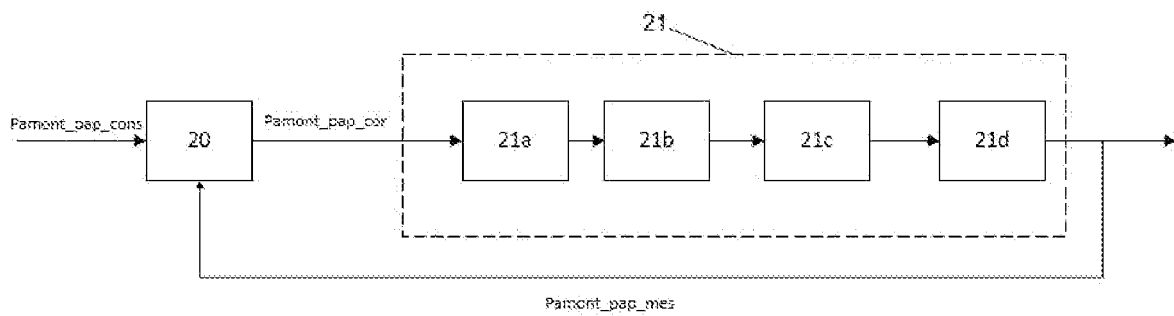
-des moyens agencés pour changer de réglage de fonctionnement du

moteur en cas de détection de formation de glace avérée de façon à ne pas dépasser le seuil de pression d'activation déterminé.

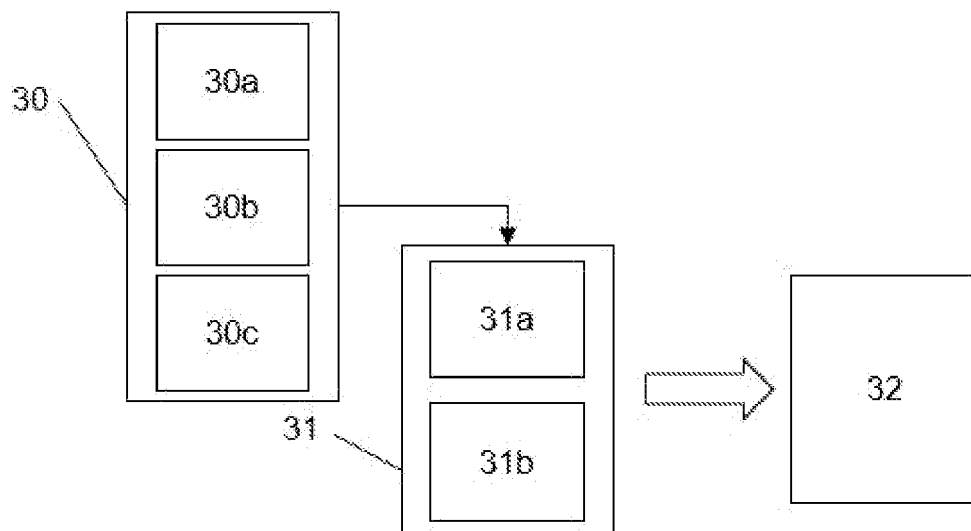
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 907890**  
**FR 2206533**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
<b>A</b>	<b>US 2018/202349 A1 (KINDL HELMUT [DE] ET AL) 19 juillet 2018 (2018-07-19)</b> <b>* le document en entier *</b> -----	<b>1-9</b>	<b>F02M31/20</b> <b>F28F17/00</b>
<b>A</b>	<b>EP 1 365 132 A1 (RENAULT SA [FR]) 26 novembre 2003 (2003-11-26)</b> <b>* alinéa [0005] *</b> -----	<b>1</b>	
<b>A</b>	<b>WO 2009/110840 A1 (SCANIA CV AB [SE]; KARDOS ZOLTAN [SE]; SOEDERBERG ERIK [SE]) 11 septembre 2009 (2009-09-11)</b> <b>* le document en entier *</b> -----	<b>1-9</b>	
<b>A</b>	<b>WO 2011/102783 A1 (SCANIA CV AB [SE]; KARDOS ZOLTAN [SE]; SOEDERBERG ERIK [SE]) 25 août 2011 (2011-08-25)</b> <b>* le document en entier *</b> -----	<b>1-9</b>	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
			<b>F02B</b> <b>F02M</b> <b>F28F</b> <b>F28D</b> <b>F02D</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>10 février 2023</b>		<b>Rauch, Vincent</b>	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206533 FA 907890**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **10-02-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2018202349 A1</b>	<b>19-07-2018</b>	<b>CN 108331660 A</b>	<b>27-07-2018</b>
		<b>DE 102017200800 A1</b>	<b>19-07-2018</b>
		<b>US 2018202349 A1</b>	<b>19-07-2018</b>
-----			
<b>EP 1365132 A1</b>	<b>26-11-2003</b>	<b>DE 60311912 T2</b>	<b>15-11-2007</b>
		<b>EP 1365132 A1</b>	<b>26-11-2003</b>
		<b>ES 2278124 T3</b>	<b>01-08-2007</b>
		<b>FR 2840027 A1</b>	<b>28-11-2003</b>
-----			
<b>WO 2009110840 A1</b>	<b>11-09-2009</b>	<b>BR PI0907606 A2</b>	<b>21-07-2015</b>
		<b>CN 101960116 A</b>	<b>26-01-2011</b>
		<b>EP 2262990 A1</b>	<b>22-12-2010</b>
		<b>JP 5132785 B2</b>	<b>30-01-2013</b>
		<b>JP 2011513640 A</b>	<b>28-04-2011</b>
		<b>KR 20110003324 A</b>	<b>11-01-2011</b>
		<b>RU 2450133 C1</b>	<b>10-05-2012</b>
		<b>US 2011000446 A1</b>	<b>06-01-2011</b>
		<b>WO 2009110840 A1</b>	<b>11-09-2009</b>
-----			
<b>WO 2011102783 A1</b>	<b>25-08-2011</b>	<b>DE 112011100614 T5</b>	<b>24-01-2013</b>
		<b>SE 1050164 A1</b>	<b>20-08-2011</b>
		<b>WO 2011102783 A1</b>	<b>25-08-2011</b>
-----			