

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 935 112

②1 N° d'enregistrement national : 08 55612

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : B 60 K 15/03 (2006.01)

⑫

## DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 19.08.08.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.02.10 Bulletin 10/08.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés : Certificat d'utilité résultant de la transformation volontaire de la demande de brevet déposée le 19/08/08.

⑦1 Demandeur(s) : RENAULT SAS Société par actions simplifiée — FR.

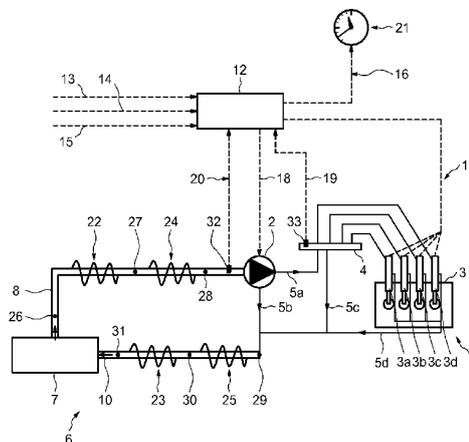
⑦2 Inventeur(s) : CARRE BERTRAND, PONSONAILLE OLIVIER et ROTH RICHARD.

⑦3 Titulaire(s) : RENAULT SAS Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA & JOSSE.

⑤4 SYSTEME ET PROCEDE D'ESTIMATION DE LA QUANTITE DE CARBURANT CONTENU DANS UN RESERVOIR DE VEHICULE AUTOMOBILE.

⑤7 Système et procédé d'estimation de la quantité de carburant dans un réservoir (7) de véhicule propulsé par un moteur à combustion interne, notamment avec injection par rampe commune, consistant à mesurer à deux instants une valeur de température en au moins un point du circuit d'alimentation (6) en carburant ou à l'intérieur du réservoir (7), à mesurer ou calculer les valeurs de débit de carburant entrant et sortant du réservoir, et à effectuer un bilan des échanges thermiques du réservoir (7) avec le milieu ambiant, de l'enthalpie du carburant qu'il contient, de l'enthalpie du carburant aspiré à partir du réservoir, de l'enthalpie du carburant revenant au réservoir, pour en déduire la masse ou le volume de carburant présent dans le réservoir.



FR 2 935 112 - A3



B08-0498FR AXC/JK

Société par actions simplifiée dite : **RENAULT s.a.s.**

**Système et procédé d'estimation de la quantité de carburant contenu  
dans un réservoir de véhicule automobile.**

Invention de : **CARRE Bertrand**  
**PONSONNAILLE Olivier**  
**ROTH Richard**

**Système et procédé d'estimation de la quantité de carburant contenu dans un réservoir de véhicule automobile.**

5 La présente invention concerne un système et un procédé pour estimer la quantité de carburant dans un réservoir de véhicule automobile équipé d'un moteur à combustion. La présente invention concerne également le système d'alimentation en carburant dont fait partie ce dispositif, ainsi qu'un véhicule équipé de ce système d'alimentation en carburant.

10 On connaît des dispositifs de mesure de la quantité de carburant sur les véhicules automobiles qui comportent un flotteur porté par une extrémité d'un bras de levier pivotant autour d'un axe horizontal. L'extrémité du levier est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistive en fonction du niveau du flotteur. Un tel  
15 dispositif est décrit dans la demande de brevet FR 2 665 632 (Automobiles Peugeot Citroën), où le dispositif comporte en outre un détecteur d'accélération du véhicule, et un moyen pour bloquer mécaniquement le flotteur quand l'accélération du véhicule est supérieure à un seuil. Les jauges ou dispositifs de mesure de carburant  
20 de type flotteur sont généralement sensibles, outre aux accélérations du véhicule, à l'inclinaison de ce dernier (roulage en côte), aux déformations du réservoir (sous le poids du carburant). Elles présentent soit une grande labilité, soit au contraire une inertie volontairement introduite et qui engendre un temps de réponse après  
25 démarrage du véhicule. Si le fond du réservoir est de forme irrégulière, l'indication de volume de carburant devient sujette à des imprécisions d'autant plus marquées que le niveau de carburant est bas.

30 Pour contourner ces problèmes, des solutions alternatives ont été proposées, pour, au lieu de mesurer le niveau de liquide en un seul point du réservoir, estimer la position globale de la surface du carburant. Ainsi, la demande de brevet JP2005133616 (Toyota Motor Corp) propose un dispositif par mise en pression du réservoir. Le

temps écoulé pour atteindre une valeur de pression stabilisée permet de remonter, par une cartographie, au volume libre du réservoir. Cette méthode nécessite bien sûr une étanchéité suffisante du réservoir, et sa résistance à la pression.

5           La demande de brevet FR 2 830 321 (Smiths Group PLC) propose un procédé de jaugeage acoustique consistant à mesurer le temps écoulé entre l'émission et la réception d'un signal acoustique se réfléchissant à la surface du carburant. Les mesures sont faites par plusieurs sondes immergées en différents points du réservoir, pour  
10 ensuite déduire le volume de carburant en fonction de la forme du réservoir. Ce procédé est bien sûr sensible aux mouvements et à l'état de la surface du carburant (vagues, mousse), l'objet de l'invention étant justement d'atténuer par analyse du signal les imprécisions de mesure engendrées par ces mouvements de surface.

15           Les solutions permettant de s'affranchir des jauges à flotteur, nécessitent donc des équipements spécifiques et relativement sophistiqués.

          La présente invention a pour objet un système et un procédé d'estimation du volume de carburant qui peut être mis en place sans  
20 contrainte particulière d'étanchéité du réservoir, en utilisant uniquement des capteurs déjà présents ou prévus dans le véhicule pour assurer d'autres fonctions ou contrôles, et qui permet d'évaluer la masse et le volume de carburant indépendamment des mouvements de sa surface.

25           Dans un mode de réalisation de l'invention, un système d'estimation de la quantité de carburant contenue dans un réservoir de véhicule automobile équipé d'un moteur à combustion interne, notamment avec injection par rampe commune, comprend un circuit d'alimentation en carburant entre le moteur et le réservoir, ledit circuit  
30 permettant le retour d'une partie du carburant vers le réservoir. Le système comprend un capteur de température du carburant situé en au moins un point du circuit d'alimentation ou à l'intérieur du réservoir, des moyens de détermination du débit de carburant injecté dans le moteur et du débit de carburant aspiré à partir du réservoir, et une

unité électronique de commande qui comprend des moyens pour effectuer, par bilans thermiques sur le carburant présent dans le réservoir et sur le carburant transitant dans le circuit, une estimation de la masse ou du volume de carburant présent dans le réservoir, en utilisant les valeurs du débit de carburant injecté dans le moteur et de débit de carburant aspiré à partir du réservoir, ainsi qu'au moins deux mesures successives de température par ledit capteur.

Avantageusement, l'unité électronique de commande est reliée à au moins un capteur de température de l'air extérieur au véhicule et/ou un capteur de température d'air sous le capot moteur. Ayant par ailleurs accès à la vitesse du véhicule, l'unité de commande peut effectuer des bilans d'échanges thermiques de différentes portions du circuit d'alimentation avec l'air ambiant.

Dans une variante de réalisation préférée, le système comprend un capteur de température placé au voisinage de l'entrée de la pompe d'alimentation, ou en début de la canalisation de retour de carburant au réservoir. Le capteur permet ainsi d'accéder à des valeurs de température nécessaires au contrôle du pilotage de l'injection de carburant dans le moteur, et fournit simultanément des valeurs de température nécessaires aux bilans thermiques selon l'invention.

Avantageusement, le circuit d'alimentation comprend une rampe commune d'injection ou autre chambre de stockage temporaire sous pression du carburant, équipé(e) d'un capteur de pression.

Selon un autre aspect de l'invention, il est également proposé un procédé d'estimation de la quantité de carburant dans un réservoir de véhicule propulsé par un moteur à combustion interne, notamment avec injection par rampe commune, consistant à mesurer à deux instants une valeur de température en au moins un point du circuit d'alimentation en carburant ou à l'intérieur du réservoir de carburant du véhicule, à mesurer ou calculer les valeurs de débit de carburant entrant et sortant du réservoir, et à effectuer un bilan des échanges thermiques du réservoir avec le milieu ambiant, de l'enthalpie du carburant qu'il contient, de l'enthalpie du carburant aspiré à partir du

réservoir, de l'enthalpie du carburant revenant au réservoir, pour en déduire la masse ou le volume de carburant présent dans le réservoir.

5 Selon un mode de réalisation préféré du procédé, les échanges thermiques du réservoir avec le milieu ambiant sont estimés à l'aide d'un coefficient d'échange thermique associé au réservoir et d'une valeur de température d'air extérieur au véhicule

10 Dans une variante de réalisation, le procédé comporte une étape d'estimation de la température de carburant à l'entrée et/ou à la sortie du réservoir, à partir de la première mesure de température effectuée en un autre point du circuit, et à partir d'au moins une mesure de température d'air à l'extérieur du véhicule ou de température d'air sous capot du véhicule, à l'aide d'au moins un coefficient d'échange thermique associé à une portion du circuit d'alimentation en carburant.

15 Avantagement, pour bien tenir compte des échanges thermiques du réservoir et du circuit d'alimentation avec l'air circulant sous le véhicule, au moins un des coefficients d'échange thermique est une fonction de la vitesse du véhicule.

20 Selon un mode de réalisation préféré du procédé, les deux mesures de température sont effectuées après avoir constaté une élévation de la pression de carburant dans une rampe commune d'injection ou autre chambre de stockage temporaire sous pression du carburant. On aura ainsi l'assurance que le carburant subit un échauffement sensible dans le circuit d'alimentation, dont la répercussion au niveau du réservoir permettra de quantifier le contenu de ce dernier.

25 Selon une variante de réalisation, le procédé comporte une estimation de la température de carburant en un point du circuit d'alimentation en fonction de la température de carburant en un autre point du circuit d'alimentation, à l'aide d'une ou plusieurs cartographies donnant accès à la valeur de la puissance dissipée par pertes de charges dans le carburant entre ces deux points.

30 Enfin, l'invention propose un procédé d'estimation de la quantité de carburant dans un réservoir de véhicule, comportant une étape au cours de laquelle on effectue une première estimation après

démarrage du véhicule comme décrit ci-dessus, et au moins une étape ultérieure où l'on effectue d'autres estimations de la masse ou du volume de carburant dans le réservoir à partir d'une valeur d'estimation de masse ou de volume de carburant antérieure, et de la valeur du débit de carburant injecté dans le moteur.

Ainsi, la première étape de calcul permet de déterminer la quantité de carburant présente dans le réservoir en évaluant l'inertie thermique de la masse de carburant disponible. Pendant le roulage du véhicule, en absence d'apport extérieur de carburant, des variations ultérieures de quantité de carburant peuvent ensuite se déduire par simple soustraction de la quantité de carburant utilisée par le moteur.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un système d'alimentation en carburant d'un véhicule comportant un système d'estimation selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe simplifiée d'un puits de déjaugage présent à l'intérieur du réservoir, illustrant les flux de carburant entrant et sortant du puits de déjaugage et du réservoir ;

- la figure 3 est un exemple d'organigramme de fonctionnement d'un système d'estimation du volume carburant dans le réservoir d'un véhicule automobile selon l'invention.

Tel qu'il est illustré sur la figure 1, le système d'injection 1 d'un véhicule comprend une pompe 2, des injecteurs 3a, 3b, 3c, 3d de carburant dans le moteur 3, une rampe d'injection 4, et des canalisations 5a, 5b, 5c et 5d. Un circuit d'alimentation 6 de ce véhicule en carburant relie un réservoir de carburant 7 et le système d'injection de carburant 1 par l'intermédiaire d'une canalisation de sortie du réservoir 8 amenant le carburant du réservoir 7 au système d'injection 1, et d'une canalisation 10 ramenant le carburant au réservoir 7. La canalisation 8 relie le réservoir 7 à la pompe 2, qui alimente par la canalisation 5a la rampe d'injection 4. A partir de la rampe d'injection 4, les injecteurs 3a, 3b, 3c, 3d alimentent en

carburant les différents cylindres du moteur 3. Les canalisations 5b, 5c, 5d, de section réduite, sont ménagées respectivement entre la pompe, la rampe d'injection et les injecteurs et une canalisation 10 qui collecte le carburant retournant vers le réservoir. Les flèches interposées sur le circuit schématisent les directions de circulation du carburant. La pompe 2 peut être une pompe à plusieurs étages, ou être remplacée par deux pompes en série, la première destinée à amener le carburant, la seconde à assurer la mise sous pression dans la rampe d'injection 4.

10 Une unité électronique de commande 12 pilote les injecteurs 3a, 3b, 3c, 3d au travers de connexions électriques 17. L'unité électronique de commande 12 pilote également la pompe 2 au travers d'une connexion 18. Pour gérer le pilotage de l'injection, l'unité électronique de commande 12 reçoit une information de pression de carburant mesurée au niveau de la rampe 4 par un capteur de pression 15 33 et transmise par une connexion 19, et il reçoit une information de température de carburant lui arrivant par une connexion 20 d'un capteur de température 32 placé par exemple à l'entrée 28 de la pompe 2, ou placé au début de la canalisation 10 de retour de carburant vers le réservoir 7, en un point 29 collectant les flux de carburant revenant par les canalisations 5b, 5c et 5d. L'unité électronique de commande 12 reçoit en outre les mesures d'un capteur de température d'air extérieur (non représenté) par une connexion 13, les mesures d'un capteur de température d'air sous capot (non représenté) par une connexion 14, une valeur de la vitesse du véhicule de l'ordinateur de bord (non représenté) par une connexion 15.

L'unité électronique de commande 12 est reliée, au niveau de la planche de bord du véhicule, à un système d'affichage 21 du niveau de carburant par une connexion 16.

30 La canalisation 8 d'amenée du carburant à la pompe comprend une portion 22 située sous le plancher du véhicule et qui est en contact avec l'air circulant sous le plancher (ou véhicule). Elle comprend une autre portion 24 qui parcourt un espace situé sous le capot moteur, où elle est en contact avec l'air sous le capot.

La canalisation 10 de retour du carburant au réservoir comprend une portion 23 située sous le plancher du véhicule et qui est en contact avec l'air circulant sous le véhicule. Elle comprend une autre portion 25 qui parcourt un espace situé sous le capot moteur, où elle est en contact avec l'air sous le capot.

La figure 1 montre en outre 3 points de contrôle 26, 27, 28 le long de la canalisation 8. Le point 26 est en sortie du réservoir 7, le point 27 est situé à la transition entre la portion sous plancher 22, et la portion sous capot 24, le point 28 est en entrée de la pompe 2.

La figure 1 montre également 3 points de contrôle 29, 30, 31 disposés le long de la canalisation 10. Le point 29 collecte les retours de carburant de la pompe 2, de la rampe 4 et des injecteurs 3a, 3b, 3c, 3d, le point 30 est situé à la transition entre la portion sous capot 25 et la portion sous plancher 23, le point 31 est en entrée du retour au réservoir 7.

La canalisation 10 retournant au réservoir débouche dans un puits de déjaugage 40 décrit sur la figure 2, où l'on retrouve quelques éléments communs à la figure 1, portant les mêmes références.

Tel qu'il est illustré sur la figure 2 un puits de déjaugage 40 est fixé à l'intérieur du réservoir 7, pour renforcer l'effet aspirant de la pompe 2. Les flèches sur la figure schématisent les flux de carburant. Ce puits de déjaugage 40 comporte une cuve 43 suspendue par une barre d'attache 48 à l'intérieur du réservoir 7. Cette cuve 43 contient un volume 44 de carburant et est plongée en partie basse dans un volume 41 de carburant contenu dans le réservoir 7. Le volume 44 de carburant est alimenté par la canalisation 10 de retour au réservoir ainsi que par un système 45 de type venturi situé en partie basse du puits, dans la prolongation de la canalisation 10, et aspirant un flux de carburant 46 à partir du volume 41 de carburant. La canalisation de retour 8 prélève du carburant dans le volume 44 pour l'emmener vers la pompe 2. La cuve 43 présente en partie supérieure une ouverture 47 par laquelle le carburant déborde du volume 44 vers le volume 41, de manière que le volume 44 reste constant, affleurant à l'ouverture 47.

Le carburant est aspiré par la pompe 2 à partir du réservoir 7 par la canalisation 8 et est emmagasiné sous pression dans la rampe d'injection 4. Dans la rampe d'injection 4, le carburant est maintenu à pression adéquate pour permettre les séquences d'injections dans le moteur. L'unité électronique de commande 12 impose le moment et la durée de chaque injection en fonction d'une consigne de point de fonctionnement moteur (couple et régime de rotation du moteur) qui lui est délivrée par l'ordinateur de bord (non représenté). Le carburant non injecté dans le moteur retourne au réservoir par les canalisations 5b, 5c, 5d puis par la canalisation 10. Ce carburant retournant au réservoir est échauffé par l'énergie dissipée par les pertes de charge à l'entrée des canalisations de retour 5b, 5c, 5d, ces pertes de charge permettant de ramener le carburant de la haute pression de la rampe à la pression atmosphérique du réservoir. Le carburant retournant au réservoir par la canalisation 10 est donc plus chaud que celui qui quitte le réservoir par la canalisation 8.

L'invention est particulièrement adaptée aux véhicules équipés de systèmes d'injection munis d'une rampe d'injection ou d'une chambre de mise sous pression élevée du carburant préalablement à son injection dans le moteur (les valeurs de pression peuvent être de l'ordre de 50 bars à 100 bars pour un système d'injection directe essence, ou de l'ordre de 200 à 1600 bars pour un système d'injection diesel). L'échauffement du carburant peut alors être détecté par un capteur de température tel que le capteur 32, monté de série dans le véhicule pour les besoins du contrôle de l'injection.

La suite de la description illustre un exemple du jeu d'équations qui peuvent être implémentées dans l'unité électronique de commande 12 pour calculer suivant l'invention la quantité de carburant contenue dans le réservoir 7 décrit sur la figure 1, équipé du puits de déjaugage 40 de la figure 2. Il est à noter que le raisonnement peut s'appliquer aussi bien à une quantité de carburant exprimée en masse qu'à une quantité de carburant exprimée en volume. La même remarque s'applique aux débits de carburant pris en compte pour établir les différents bilans, qui peuvent être des débits massiques ou volumiques.

La quantité de carburant à injecter dans le moteur à chaque injection est pilotée par l'unité électronique de commande 12 à partir de la position de la pédale d'accélération du véhicule (non représentée) et des consommations prévisibles s'ajoutant à celle du moteur (telles que consommations de la climatisation, des différentes assistances à la conduite, du système de régénération du filtre à particules...). A partir du moment où est connu le débit volumique  $Q_{v_{injecté}}$  (ou le débit massique  $Q_{m_{injecté}}$ ) de carburant injecté dans le moteur à chaque instant  $t$ , il est possible d'en déduire aisément l'évolution du volume de carburant dans le réservoir  $V_{réservoir}$  à un instant  $t+dt$ ,  $dt$  étant un incrément de temps. En effet, la conservation de masse et de volume de carburant s'écrit :

$$V_{réservoir}(t+dt) = V_{réservoir}(t) - Q_{v_{injecté}} \cdot dt \quad \text{Equation 1}$$

Cette équation 1 ne permet pas de connaître ou de réactualiser le volume de carburant présent dans le réservoir après par exemple un remplissage à la pompe du réservoir du véhicule. De même, une fuite externe de carburant ne sera pas détectée au moyen de l'équation 1. C'est pourquoi l'invention propose le procédé dont la description suit pour estimer la quantité de carburant après chaque démarrage du moteur (c'est-à-dire après un ravitaillement potentiel en carburant, ou après des pertes accidentelles en carburant : vol de carburant, fuites par dégradation du réservoir du véhicule ou du système d'alimentation...).

En appliquant les principes de base de la thermodynamique, dans les cas où on peut négliger les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle devant les variations d'énergie d'origine thermique, le bilan d'enthalpie d'un système ouvert s'écrit, pour un système constitué d'un volume  $V_t$  de fluide, modifié au cours du temps par un débit de fluide entrant et un débit de fluide sortant :

$$T_{t+dt} = \frac{1}{V_t} \left[ \frac{\Phi \cdot dt}{\rho \cdot C_p} + Q_{v_e} \cdot T_e \cdot dt - Q_{v_s} \cdot T_s \cdot dt + (Q_{v_s} - Q_{v_e}) \cdot T_t \cdot dt \right] + T_t$$

$$\text{Equation 2}$$

Avec

$dt$  un incrément de temps

5  $\Phi$  : La puissance thermique échangée par le système  
avec son milieu extérieur;

$C_p$  la capacité calorifique du fluide présent dans le système;

$T_e$  la température du fluide entrant dans le volume système;

$T_s$  la température du fluide sortant du volume système;

$T_t$  la température du fluide dans le système à l'instant  $t$ ;

10  $T_{t+dt}$  la température du fluide dans le volume système à l'instant  
 $t+dt$ ;

$\rho$  la masse volumique du fluide;

$Q_{v_e}$  le débit volumique du fluide entrant dans le système ;

$Q_{v_s}$  le débit volumique du fluide sortant du système

15 L'écriture avec des indices  $t$  (respectivement  $t+dt$ ) indique que  
les valeurs considérées sont prises à l'instant  $t$  (respectivement à  
l'instant  $t+dt$ ).

20 Cette équation 2 donne l'évolution de la température du  
système choisi en fonction de son volume  $V_t$ , en fonction des flux  $\Phi$   
d'échange de chaleur de type radiatif, convectif ou conductif avec le  
milieu ambiant, et en fonction de l'énergie thermique des fluides  
entrants ou sortants du système (termes en  $\rho.C_p(Q_v).T$  ).

Cette équation peut être appliquée à deux systèmes  
particuliers :

- 25
- le puits de déjaugage 40 et son contenu.
  - le réservoir de carburant 7 et son contenu.

Pour appliquer l'équation 2 au puits de déjaugage, on prend en  
compte les relations suivantes :

30 Le volume 41 de carburant dans le réservoir a pour valeur  
 $V_{\text{réservoir}}$  et pour température  $T_{\text{réservoir}}$ . Le volume 44 a pour valeur  
 $V_{\text{puits}}$  et pour température  $T_{\text{sortie}}$ .  $T_{\text{sortie}}$  dépend de la température  $T_{\text{retour}}$   
du carburant arrivant au puits par la canalisation 10, et des échanges  
thermiques et volumiques entre le puits 40 et le réservoir principal 7.  
Le volume 44 de carburant reçoit un débit de carburant entrant

$Q_{V_{\text{retour}}} + Q_{V_{\text{aspiré}}}$  défini comme suit : dans la canalisation de retour 10, le carburant arrive avec le débit  $Q_{V_{\text{retour}}}$  et à la température  $T_{\text{retour}}$ ; Ce carburant passe au niveau du venturi 45 avant d'entrer dans la cuve 43, contribuant au passage à l'aspiration par le venturi 45 d'un flux de carburant 46, issu du réservoir et pénétrant dans la cuve. Ce flux 46 a pour débit  $Q_{V_{\text{aspiré}}}$  et pour température  $T_{\text{réservoir}}$ . La canalisation de sortie 8 emmène un débit  $Q_{V_{\text{sortie}}}$  de carburant à la température  $T_{\text{sortie}}$  vers la pompe. Le volume 44 de carburant à l'intérieur de la cuve 43 étant constant, on peut exprimer le débit de débordement  $Q_{V_{\text{débord}}}$  par l'ouverture 47 sous la forme:

$$Q_{V_{\text{débord}}} = Q_{V_{\text{retour}}} + Q_{V_{\text{aspiré}}} - Q_{V_{\text{sortie}}}.$$

Les bilans de conservation de masse et de volume sur les débits de carburant donnent les relations suivantes :

15

$$Q_{V_{\text{sortie}}} = Q_{V_{\text{injecté}}} + Q_{V_{\text{retour}}} \quad \text{Equation 3}$$

Avec :

$Q_{V_{\text{injecté}}}$  : le débit de carburant injecté dans le moteur.

20

On définit par exemple le débit volumique moyen de carburant injecté dans le moteur en divisant le volume total de carburant injecté par les différents injecteurs 3a, 3b, 3c et 3d au cours d'un cycle moteur, par la durée de ce cycle moteur.

$$\text{Or } Q_{V_{\text{débord}}} = Q_{V_{\text{aspiré}}} + Q_{V_{\text{retour}}} - Q_{V_{\text{sortie}}} = Q_{V_{\text{aspiré}}} + Q_{V_{\text{retour}}} - (Q_{V_{\text{injecté}}} + Q_{V_{\text{retour}}})$$

D'où

$$Q_{v_{\text{débord}}} = Q_{v_{\text{aspiré}}} - Q_{v_{\text{injecté}}} \quad \text{Equation 4}$$

Avec ;

5  $Q_{v_{\text{retour}}}$  : le débit de carburant non injecté dans le moteur et retourné au réservoir.

$Q_{v_{\text{aspiré}}}$  : le débit de carburant aspiré dans le réservoir.

$Q_{v_{\text{débord}}}$  : le débit de carburant débordant du puits de déjaugage et restant dans le réservoir.

10

On pose en outre  $\alpha$  : le coefficient d'aspiration sous la forme suivante :

$$\alpha = \frac{Q_{v_{\text{aspiré}}}}{Q_{v_{\text{aspiré}}} + Q_{v_{\text{retour}}}} \quad \text{Equation 5}$$

15  $\alpha$  ou coefficient d'aspiration est une caractéristique du puits de déjaugage, et est considéré constant. D'où :

$$Q_{v_{\text{aspiré}}} = \frac{\alpha}{1-\alpha} Q_{v_{\text{retour}}} \quad \text{Equation 6}$$

20 Ainsi en appliquant l'équation 2 dans le cas du puits de déjaugage, et en supposant que

$\Phi = 0$  : i.e. les échanges de chaleur sont négligeables avec l'extérieur du puits de déjaugage. Equation 7

25 Et que  $Q_{v_s} - Q_{v_e} = 0$  : le volume de carburant contenu dans le puits de déjaugage reste constant Equation 8

L'énergie apportée par les fluides entrants étant :

$$Q_{v_e} \cdot T_e = Q_{v_{\text{retour}}} \cdot T_{\text{retour}} + Q_{v_{\text{aspiré}}} \cdot T_{\text{réservoir}} \quad \text{Equation 9}$$

L'énergie emportée par les fluides sortants étant :

$$Q_{V_s} \cdot T_s = Q_{V_{\text{débord}}} \cdot T_{\text{sortie}} + Q_{V_{\text{sortie}}} \cdot T_{\text{sortie}} = (Q_{V_{\text{aspiré}}} - Q_{V_{\text{injecté}}}) \cdot T_{\text{sortie}} + (Q_{V_{\text{injecté}}} + Q_{V_{\text{retour}}}) \cdot T_{\text{sortie}}$$

Equation 10

5

On obtient :

$$T_{\text{sortie}(t+dt)} = \frac{1}{V_{\text{puits}}} (Q_{V_{\text{retour}}} \cdot T_{\text{retour}(t)} + Q_{V_{\text{aspiré}}} \cdot T_{\text{réservoir}(t)} - (Q_{V_{\text{aspiré}}} + Q_{V_{\text{retour}}}) \cdot T_{\text{sortie}(t)}) \cdot dt + T_{\text{sortie}(t)}$$

Equation 11

10

Le volume du puits de déjaugage ( $V_{\text{puits}}$ ) étant constant et connu.

Autrement dit, la connaissance de la température de retour au puits de déjaugage et de la température de sortie du puits de déjaugage à deux instants successifs, permet de calculer une température d'aspiration du puits de déjaugage, qui est la température du réservoir, entre ces deux instants.

15

L'équation 2 peut également être appliquée au réservoir. On peut pour ce faire assimiler la température du réservoir à la température  $T_{\text{réservoir}}$  du carburant qu'il contient. On peut en outre considérer que l'enthalpie du réservoir est assimilable à celle du carburant qu'il contient (autrement dit, on considère que l'énergie nécessaire pour élever de 1°C la température du réservoir lui-même est négligeable devant celle nécessaire pour élever d'autant la température du carburant, ce qui est vrai pour des réservoirs en matière plastique, de faible chaleur massique). Soit  $T_{\text{air}}$ , la température de l'air circulant autour du réservoir, qui peut par exemple en première approximation être assimilée à la température d'air extérieur au véhicule transmise à l'unité électronique de commande 12 par la connexion 13.

20

25

30

Pour le calcul de la température de réservoir, on définit un échange entre le réservoir de carburant et l'air extérieur à l'aide d'un coefficient d'échange global  $K$  (unités  $W/^\circ C$ ), tel que la puissance thermique échangée soit :

$$\Phi = K \cdot (T_{\text{réservoir}} - T_{\text{air}}) \quad \text{Equation 12}$$

5  $T_{\text{air}}$  étant la température de l'air extérieur au véhicule, qui est généralement accessible par un capteur venant de série lors de la fabrication du véhicule, par exemple pour réguler les fonctions d'aération de l'habitacle. C'est un tel capteur qui est relié à l'unité de commande 12 par la connexion 13.

En appliquant l'équation 2 au cas du réservoir, et sachant que :

$$10 \quad V_{\text{réservoir}}(t+dt) = V_{\text{réservoir}}(t) - Q_{v_{\text{injecté}}} \cdot dt \quad \text{Equation 1,}$$

$$Q_{v_e} \cdot T_e = Q_{v_{\text{débord}}} \cdot T_{\text{sortie}} = (Q_{v_{\text{aspiré}}} - Q_{v_{\text{injecté}}}) \cdot T_{\text{sortie}} \quad \text{Equation 13,}$$

$$Q_{v_s} \cdot T_s = Q_{v_{\text{aspiré}}} \cdot T_{\text{réservoir}} \quad \text{Equation 14,}$$

15 Et que :

$$(Q_{v_s} - Q_{v_e}) T_t = Q_{v_{\text{injecté}}} \cdot T_{\text{réservoir}} \quad \text{Equation 15,}$$

On obtient la valeur de la température de carburant dans le réservoir :

20

$$T_{\text{réservoir}(t+dt)} = T_{\text{réservoir}(t)} + \frac{1}{V_{\text{réservoir}(t)}} \left( \frac{K \cdot (T_{\text{air}} - T_{\text{réservoir}(t)})}{\rho c_p} + (Q_{v_{\text{aspiré}}} - Q_{v_{\text{injecté}}}) \cdot (T_{\text{sortie}(t)} - T_{\text{réservoir}(t)}) \right) \cdot dt$$

$$\text{Equation 16}$$

25 Autrement dit, la connaissance de la température de sortie du puits de déjaugage et de la température de carburant dans le réservoir à deux instants successifs, permet de calculer le volume du carburant présent dans le réservoir entre ces deux instants.

Il est donc possible d'estimer le volume de carburant dans le réservoir à partir des données suivantes :

30 - la température d'air extérieure au réservoir  $T_{\text{air}}$ , qui peut être par exemple mesurée par un capteur extérieur de température,

- le coefficient d'échange global  $K$  (en  $W/°C$ ) entre le système { carburant + réservoir } et l'extérieur du réservoir,
- la masse volumique  $\rho$  du carburant (en  $kg/m^3$ ) qui est une donnée physique connue,
- 5       - la capacité calorifique  $C_p$  du carburant (en  $J/kg.K$ ) du carburant qui est une donnée physique connue,
- le volume du puits de déjaugage  $V_{puits}$ ,
- les débits de carburant dans le circuit  $Q_{v_{injecté}}$ ,  $Q_{v_{aspiré}}$ , et  $Q_{v_{retour}}$ ,
- 10       - la température de sortie du réservoir  $T_{sortie}(t)$  à l'instant  $t$  et à un instant  $t+dt$ ,
- la température de retour au réservoir  $T_{retour(t)}$  à l'instant  $t$ .

Le coefficient d'échange global  $K$  du réservoir est une caractéristique de ce dernier. Elle peut s'écrire sous forme de constante ou d'une fonction (par exemple de la vitesse du véhicule) qui peut être déterminée par essais physiques sur bancs d'essais, ou par modélisation mathématique, ou, plus souvent, par une combinaison des deux méthodes.

Le débit carburant  $Q_{v_{injecté}}$  est connu à chaque instant, car imposé par le pilotage de l'unité électronique de commande 12 à partir de la position de la pédale d'accélération et de différents paramètres de fonctionnement du moteur également connus. Il en est de même du débit carburant  $Q_{v_{sortie}}$  de par la connaissance des caractéristiques de la pompe 2 et du fait du pilotage de celle-ci par l'unité électronique de commande 12. Les équations 17 et 20 permettent d'en déduire  $Q_{v_{retour}}$  puis  $Q_{v_{aspiré}}$ .

Or il est possible d'estimer la température du carburant  $T_{sortie}$  en sortie de réservoir et sa température  $T_{retour}$  de retour au réservoir 7 à partir d'une information de température du carburant mesurée par exemple  $T_{entrée\_pompe} = T_{28}$  sur le circuit d'alimentation en carburant en entrée de la pompe, ou en un autre endroit du circuit 6, par exemple en l'un des points 26, 27, 29, 30, 31.

En effet, les portions 22, 23, 24, 25 des canalisations 4, 10 du circuit d'alimentation peuvent être considérées comme des échangeurs

thermiques entre le carburant et l'air entourant (ou circulant autour de) la canalisation. Un échangeur thermique de type serpentin est d'ailleurs interposé sur le trajet retour du carburant, sur la portion 23 de canalisation sous plancher. Ainsi la température de carburant, qui peut monter à des températures de 90 à 130 degrés Celsius après passage par le système d'injection, a possibilité de se refroidir avant le retour du carburant au réservoir. Le carburant revient par exemple au réservoir à une température comprise entre 40°C et 90°C ou à une température inférieure. Sur une portion du circuit, la puissance thermique  $P_{échangée}$  échangée avec l'air extérieur à la canalisation peut alors être écrite de la manière suivante :

$$P_{échangée} = K_{échang} \left( T_{début} - T_{air\_local} \right) = \rho \cdot Q_v \cdot C_p \left( T_{début} - T_{fin} \right) \quad \text{Equation 17}$$

Avec :

$T_{début}$  : température du carburant à son entrée de la portion de circuit,

$T_{fin}$  : : température du carburant à sa sortie de la portion de circuit,

$T_{air\_local}$  : température de l'air en contact avec la portion de circuit considérée,

$Q_v$  débit volumique de carburant au travers de cette portion du circuit (en m<sup>3</sup>/s),

$K_{échang}$  (en W/°C) le coefficient d'échange thermique de la portion de circuit en question.

Autrement dit, la puissance évacuée est proportionnelle à la différence entre la température du carburant en entrée de la portion de circuit et la température de l'air entourant la portion de circuit. Ce raisonnement peut être fait sur chaque portion de circuit entourée d'air dont la température peut être considérée comme constante. Il peut être appliqué en particulier aux portions du circuit d'alimentation 24, 25 disposées sous le capot moteur, qui sont en contact avec un air à vitesse relative quasi nulle, à la température de l'air sous le capot  $T_{air\_local} = T_{air\_sous\_capot}$  transmise par la connexion 14 à l'unité

électronique de commande 12. En effet, un capteur de température placé à l'admission d'air du moteur permet en général de connaître la température d'air régnant sous le capot du véhicule, afin de réguler la température des gaz envoyés vers les cylindres du moteur 3. C'est un tel capteur qui est relié ici à l'unité électronique de commande par la connexion 14.

Un raisonnement similaire s'applique sur les portions du circuit 22, 23 du circuit d'alimentation passant sous le plancher du véhicule. Pour ces portions 22, 23, l'air est à la température de l'air extérieur définie par  $T_{\text{air\_local}}=T_{\text{air}}$ , transmise par la connexion 13 à l'unité électronique de commande 12. Pour ces portions 22, 23, le coefficient d'échange  $K_{\text{échang}}$  peut être influencé par la vitesse du véhicule puisque l'air est en mouvement par rapport à la canalisation.

Le coefficient d'échange  $K_{22}$ ,  $K_{23}$ ,  $K_{24}$ ,  $K_{25}$  pour chaque portion 22, 23, 24, 25 du circuit peut être généralement déterminé par calcul en fonction des caractéristiques géométriques de la portion considérée (longueur, diamètre interne et diamètre externe de la canalisation), du matériau utilisé, du débit de carburant traversant la portion, et éventuellement de la vitesse du véhicule (donc de la vitesse de l'air au contact des canalisations). Les calculs pour déterminer ce coefficient d'échange peuvent éventuellement être complétés par des mesures physiques sur bancs d'essais.

Les points 26, 27, 28 le long de la canalisation 8, sont parcourus par le débit volumique de carburant  $Q_{V_{\text{sortie}}}$  en sortie du réservoir 7. La température du carburant qui les traverse est respectivement  $T_{26} = T_{\text{sortie}}$ ,  $T_{27}$ , et  $T_{28} = T_{\text{entrée\_pompe}}$ .

Les points 29, 30, 31 disposés le long de la canalisation 10, sont parcourus par un débit volumique de carburant  $Q_{V_{\text{retour}}}$  de retour du carburant au réservoir 7. La température du carburant qui les traverse est respectivement  $T_{29} = T_{\text{sortie\_système}}$ ,  $T_{30}$ , et  $T_{31} = T_{\text{retour}}$ .

Ainsi, de proche en proche, à condition de connaître les températures du carburant  $T_{28}=T_{\text{entrée\_pompe}(t)}$  à l'entrée de la pompe et celle  $T_{29}=T_{\text{sortie\_système}(t)}$  mesurée après sortie du système d'injection, on

peut calculer la température de sortie réservoir  $T_{26}=T_{\text{sortie}}(t)$  et la température de retour au réservoir  $T_{31}=T_{\text{retour}}(t)$ , par la série d'équations :

$$K22 \left( T_{26} - T_{\text{air}} \right) = \rho \cdot Qv_{\text{sortie}} \cdot C_p \left( T_{26} - T_{27} \right)$$

$$K23 \left( T_{30} - T_{\text{air}} \right) = \rho \cdot Qv_{\text{retour}} \cdot C_p \left( T_{30} - T_{31} \right)$$

$$5 \quad K24 \left( T_{27} - T_{\text{air\_sous\_capot}} \right) = \rho \cdot Qv_{\text{sortie}} \cdot C_p \left( T_{27} - T_{28} \right)$$

$$K25 \left( T_{29} - T_{\text{air\_sous\_capot}} \right) = \rho \cdot Qv_{\text{retour}} \cdot C_p \left( T_{29} - T_{30} \right)$$

Bien entendu, le raisonnement peut encore s'appliquer si la température de carburant est mesurée sur le parcours d'une des sections 22, 23, 24, 25. Il suffit alors de considérer cette section non  
10 pas comme un, mais comme deux échangeurs thermiques de part et d'autre du point de mesure de température.

Afin de contrôler le système d'injection, l'unité électronique de commande est reliée, suivant les stratégies de pilotage, soit à un capteur de température de carburant en entrée pompe  
15  $T_{28} = T_{\text{entrée\_pompe}}$  comme sur la figure 1, soit à un capteur de température  $T_{29} = T_{\text{sortie\_système}}$  au début de la canalisation 10 de retour au réservoir. Si elle connaît une seule des deux valeurs  $T_{\text{entrée\_pompe}}$ , ou  $T_{\text{sortie\_système}}$ , l'unité électronique de commande peut déduire l'autre de ces valeurs par une équation faisant intervenir la puissance  $P_{\text{système d'injection}}$  fournie au  
20 carburant retournant au réservoir par le système d'injection :

$$\rho C_p \cdot Qv_{\text{retour}} \cdot (T_{\text{sortie\_système}} - T_{\text{entrée\_pompe}}) = P_{\text{système d'injection}} \cdot \text{Equation 18}$$

$P_{\text{système d'injection}}$  est la puissance dissipée en chaleur dans le carburant, notamment par les pertes de charge au niveau des circuits de retour 5b, 5c et 5d de la pompe, de la rampe et des injecteurs. La  
25 pompe et le système d'injection sont livrés avec des cartographies reliant leurs paramètres de fonctionnement, et en particulier les puissances dissipées dans le carburant, au point de fonctionnement du

moteur et à la vitesse du véhicule. L'unité électronique de commande peut relier les températures  $T_{\text{entrée\_pompe}}$  et  $T_{\text{sortie\_système}}$ , à l'aide de l'équation 18 et de la puissance  $P_{\text{système d'injection}}$ , déduite de ces cartographies.

Ainsi, à partir d'une seule mesure de température, par exemple  
 5  $T_{28}$  sur le circuit d'alimentation 6 en carburant, l'unité électronique de commande remonte aux températures de carburant en sortie de réservoir  $T_{\text{sortie}}(t)$  et au retour de réservoir  $T_{\text{retour}}(t)$ , puis, par l'équation 11, à la température du carburant présent dans le réservoir  $T_{\text{réservoir}}(t)$ . La comparaison des températures du réservoir à deux  
 10 instants successifs permet par l'équation 16 de remonter au volume de carburant  $V_{\text{réservoir}}(t)$  dans le réservoir 7. Le calcul peut être réitéré pour continuer à évaluer le volume de carburant  $V_{\text{réservoir}}(t)$  à l'aide des équations 25 et 30, mais il est également possible à tout moment de poursuivre l'évaluation de la quantité de carburant à partir de la  
 15 quantité calculée précédemment et à l'aide de l'équation 1.

La figure 3 illustre un exemple de chronologie de mise en oeuvre des mesures et des calculs nécessaires lors de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Quand le moteur du véhicule a démarré et que son  
 20 fonctionnement est reconnu comme étant en mode de combustion autonome (test au cadre 50), une première étape consiste à définir (cadre 51) un instant initial de mesure  $t_0$ , en fonction par exemple du moment où les différents capteurs deviennent opérationnels. Il peut également choisir un instant de mesure  $t_0$  en fonction des variations de  
 25 la pression mesurée par le capteur 33. En effet, les phases de démarrage moteur comme les changements de régimes, se traduisent par des augmentations de pression dans la rampe 4 de plusieurs centaines de bars en quelques secondes. Une telle montée en pression peut engendrer, par les pertes de charges qui en résultent dans le  
 30 carburant au retour du système d'injection, une variation de la température de carburant d'une à plusieurs dizaines de degrés suivant le point du circuit où cette température est mesurée. Cette augmentation de température s'accélère après un intervalle de temps  $T_{\text{cycle}}$  correspondant au temps nécessaire pour qu'une partie du

carburant ait déjà parcouru tout le circuit d'alimentation. Avantageusement, l'instant  $t_0$  peut être choisi à une durée  $T_{cycle}$  après un saut de pression constaté dans la rampe 4, par exemple si cette pression augmente de plus de 200 bars en quelques secondes.  $T_{cycle}$  peut représenter une durée de quelques dizaines de secondes, par exemple une quarantaine de secondes pour un circuit d'alimentation contenant un volume de un litre de carburant. L'intervalle de temps  $\Delta t$  entre deux mesures peut être fixé arbitrairement constant, ou être lui aussi modulé en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur.

L'unité électronique de commande recueille alors (cadres 52, 53, 54) les valeurs nécessaires pour alimenter l'équation 11, à trois instants successifs, par exemple  $t_0$ ,  $t_0 + \Delta t$ ,  $t_0 + 2\Delta t$ , ce qui lui permet par cette équation 11 de calculer deux températures successives de températures de réservoir (cadres 55 et 56). Dans une variante, les deux mesures de température de carburant postérieures à la mesure à  $t_0$  peuvent être extraites d'une série d'un plus grand nombre de mesures de températures à des instants  $t_0 + \Delta t$ ,  $t_0 + 2\Delta t$ ...  $t_0 + n\Delta t$ ,  $n$  variable entière d'incrément, de manière à obtenir des écarts de température significatifs (par exemple plusieurs degrés Celsius) entre les trois valeurs de température sélectionnées. L'unité électronique de commande peut par exemple sélectionner trois valeurs de températures de carburant  $T(t_0)$ ,  $T(t_0 + 11\Delta t)$  et  $T(t_0 + 25\Delta t)$ , avec  $\Delta t$  égal à 2 secondes, et utiliser pour les valeurs de débits et vitesses estimées aux mêmes instants.

Par l'équation 16, l'unité électronique de commande peut en déduire (cadre 57) une valeur de volume de carburant à l'instant  $t_0$ .

L'unité électronique de commande peut ensuite réitérer la séquence de calculs à partir d'estimations de températures et de débits faites à 3 autres instants successifs, pour obtenir une ou plusieurs autres estimations de la quantité de carburant suivant le même procédé (cadre 58).

L'unité électronique de commande peut aussi à tout moment (cadre 59) continuer l'évaluation de volume de carburant à partir du volume calculé lors de la précédente estimation, en prenant cette

valeur de volume comme valeur initiale pour l'application de l'équation 1. Dans une variante de l'invention, une valeur consolidée de volume de carburant peut être calculée à partir de plusieurs estimations successives de volume de carburant suivant les équations 5 25 et 30, et cette valeur consolidée peut ensuite servir comme valeur initiale de volume de carburant pour appliquer ensuite l'équation 1 de manière récurrente.

La séquence de calcul ci-dessus effectuée par l'unité électronique de commande 12, est donnée à titre d'exemple nullement 10 limitatif et peut faire l'objet de nombreuses variantes, notamment dans la manière de réaliser les bilans d'enthalpie, d'échanges thermiques ou de travail hydraulique fourni aux différents sous systèmes (réservoir, puits de déjaugage, portions du circuit d'alimentation, système d'injection). Des variations sont également possibles dans la stratégie 15 de choix des instants des premières mesures de températures, ou encore dans le choix de passer ou non, et à quel instant, du mode de calcul de la quantité de carburant selon les équations 25 et 30, au calcul de la quantité de carburant selon l'équation 1. On peut encore proposer, parmi les variantes de l'invention, de déterminer la 20 température du carburant à l'intérieur du réservoir selon l'équation 11, puis de déterminer plus précisément le volume de carburant à l'aide de capteurs disposés dans ou autour du réservoir, comme par exemple des transducteurs ultrasoniques. La connaissance de la température permet alors d'optimiser le procédé en tenant compte par exemple de 25 l'influence que peut avoir la température du carburant sur la vitesse de propagation des ondes acoustiques.

En utilisant la mesure de température en un point du circuit couplée à la mesure de pression au niveau de la rampe, on dispose d'un système fiable et robuste car utilisant un nombre minimal de 30 capteurs déjà éprouvés pour leur utilisation dans le véhicule. Ce système permet d'accéder à la quantité de carburant disponible, et non seulement à une indication sur la position de sa surface.

Le système est particulièrement adapté aux véhicules équipés d'un système d'injection (du type injection directe de carburant

essence, diesel ou autre) comportant une rampe d'alimentation sous pression du carburant, car les pertes de charge au retour du système d'injection engendrent alors un échauffement du carburant plus important (plusieurs dizaines à une centaine de degrés Celsius), que pour la plupart des systèmes d'injection indirects de carburant. Les variations de température de carburant dans le circuit d'alimentation et dans le réservoir peuvent alors être mesurées avec une précision suffisante pour effectuer les bilans thermiques décrits plus haut.

- Parmi les avantages du système, on peut en outre citer :
- 10 - une économie réalisée en se passant de l'utilisation d'une jauge à carburant,
  - la fiabilité du procédé suivant l'invention, qui est insensible aux mouvements du carburant dans le réservoir.

## REVENDICATIONS

1- Système d'estimation de la quantité de carburant contenue dans un réservoir (7) de véhicule automobile équipé d'un moteur à combustion interne, notamment avec injection par rampe commune, comprenant un circuit d'alimentation (6) en carburant entre le moteur et le réservoir (7), ledit circuit (6) permettant le retour d'une partie du carburant vers le réservoir (7), caractérisé en ce qu'il comprend un capteur de température (32) du carburant situé en au moins un point du circuit d'alimentation (6) ou à l'intérieur du réservoir (7), des moyens de détermination du débit de carburant injecté dans le moteur et du débit de carburant aspiré à partir du réservoir (7) et une unité électronique de commande (12), qui comprend des moyens pour effectuer, par bilans thermiques sur le carburant présent dans le réservoir et sur le carburant transitant dans le circuit, une estimation de la masse ou du volume de carburant présent dans le réservoir (7), en utilisant les valeurs du débit de carburant injecté dans le moteur et de débit de carburant aspiré à partir du réservoir, ainsi qu'au moins deux mesures successives de température par ledit capteur.

2- Système d'estimation selon la revendication 1, dans lequel l'unité électronique de commande (12) est reliée à au moins un capteur de température de l'air extérieur au véhicule et/ou un capteur de température d'air sous le capot moteur.

3- Système d'estimation selon l'une des revendications précédentes, comprenant un capteur de température (32) placé au voisinage (28) de l'entrée de la pompe d'alimentation (11), ou en début (29) de la canalisation (10) de retour de carburant au réservoir (7).

4- Système d'estimation suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit d'alimentation comprend une rampe

commune d'injection ou autre chambre (9) de stockage temporaire sous pression du carburant, équipé(e) d'un capteur de pression (33).

5- Procédé d'estimation de la quantité de carburant dans un réservoir (7) de véhicule propulsé par un moteur à combustion interne, notamment avec injection par rampe commune, consistant à mesurer à deux instants une valeur de température en au moins un point du circuit d'alimentation (6) en carburant ou à l'intérieur du réservoir (7) de carburant du véhicule, à mesurer ou calculer les valeurs de débit de carburant entrant et sortant du réservoir (7), et à effectuer un bilan des échanges thermiques du réservoir (7) avec le milieu ambiant, de l'enthalpie du carburant qu'il contient, de l'enthalpie du carburant aspiré à partir du réservoir, de l'enthalpie du carburant revenant au réservoir, pour en déduire la masse ou le volume de carburant présent dans le réservoir.

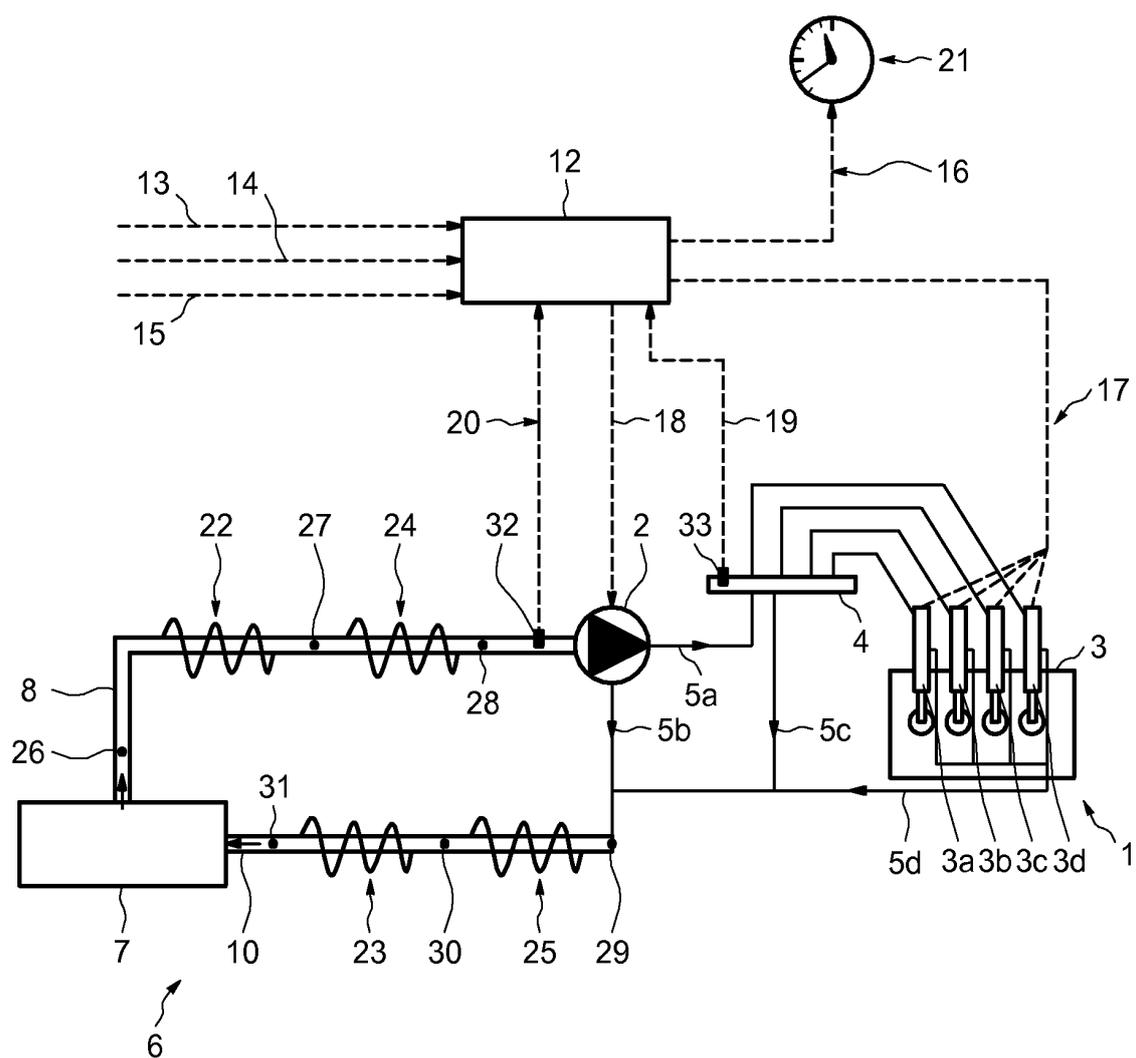
6 -Procédé d'estimation selon la revendication précédente, dans lequel les échanges thermiques du réservoir (7) avec le milieu ambiant sont estimés à l'aide d'un coefficient d'échange thermique associé au réservoir (7) et d'une valeur de température d'air extérieur au véhicule.

7 -Procédé d'estimation selon l'une des revendications 5 et 6, comprenant une étape d'estimation de la température de carburant à l'entréeet/ou à la sortie du réservoir, à partir de la première mesure de température effectuée en un autre point du circuit (2), et à partir d'au moins une mesure de température d'air à l'extérieur du véhicule ou de température d'air sous capot du véhicule, à l'aide d'au moins un coefficient d'échange thermique associé à une portion (22, 23, 24, 25) du circuit d'alimentation (6) en carburant.

8-Procédé d'estimation selon les revendications 6 ou 7, où au moins un des coefficients d'échange thermique est une fonction de la vitesse du véhicule.

9 - Procédé d'estimation selon l'une des revendications 6 à 8, dans lequel les deux mesures de température sont effectuées après avoir constaté une élévation de la pression de carburant dans une rampe commune d'injection ou autre chambre (9) de stockage temporaire sous pression du carburant.

5

FIG. 1



**FIG.3**

