

⑤④ **ENSEMBLE MOTEUR TURBOCOMPRESSE A DEUX CONDUITS D'ECHAPPEMENT A REIN-
TRODUCION DE GAZ BRULES.**

②② **Date de dépôt :** 05.04.17.

③③ **Priorité :**

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

☐ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 12.10.18 Bulletin 18/41.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 12.03.21 Bulletin 21/10.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s) :** DUPUIS ARNAUD, VEIGA PAGLIARI
DIEGO RAFAEL et REVOL EMMANUEL.

⑦③ **Titulaire(s) :** PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s) :** PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.



ENSEMBLE MOTEUR TURBOCOMPRESSE A DEUX CONDUITS D'ECHAPPEMENT A REINTRODUCTION DE GAZ BRULES

[0001] La présente invention concerne un ensemble moteur comprenant un moteur à combustion interne et un turbocompresseur pour un véhicule automobile, ce système
5 comprenant deux conduits d'échappement avec au moins une vanne de régulation rapide pour au moins un des conduits d'échappement ne passant pas par une roue de récupération d'énergie dans une turbine du turbocompresseur.

[0002] Un tel système d'échappement est raccordé à une sortie du moteur
10 turbocompressé, aussi appelé moteur suralimenté, pour une évacuation de gaz d'échappement issus de la combustion dans le moteur, ce moteur étant avantageusement mais pas uniquement un moteur à essence à quatre temps.

[0003] La figure 1 reprend sensiblement un ensemble moteur à essence suralimenté selon l'état de la technique le plus proche décrit notamment dans le document WO-A-
15 2009/105463 à la différence près qu'une vanne de régulation rapide 13 est montrée à la figure 1, cette vanne de régulation rapide pouvant être pilotée conformément à la présente invention ou être soumise à un autre pilotage selon l'état de la technique. Un tel ensemble moteur est connu sous la dénomination VEMB, abréviation de l'appellation anglo-saxonne de « Valve Event Modulated Boost », traduite en français par suralimentation contrôlée par
20 distribution moteur.

[0004] Un moteur à combustion thermique faisant partie de l'ensemble 1 dit à suralimentation contrôlée par distribution moteur présente au moins un cylindre, à la figure
1 trois cylindres. Chaque cylindre du moteur est muni d'une soupape d'admission et de deux soupapes d'échappement. Ces soupapes d'échappement sont associées
25 sélectivement à un premier ou à un deuxième passage de sortie dans chaque cylindre et ouvrent et ferment sélectivement leur passage associé.

[0005] Il en va de même pour la soupape d'admission associée à un passage d'entrée dans chaque cylindre. Les deux passages de sortie de chaque cylindre qui sont fermés et ouverts séquentiellement par leur soupape d'échappement associée débouchent sur un
30 collecteur 5, 7 d'échappement différent alimentant chacun un conduit 4, 6 d'échappement dédié, les deux conduits 4, 6 d'échappement ne suivant pas le même parcours comme il va être détaillé ci-après. Le premier passage d'échappement de chaque cylindre est relié

au premier collecteur 5 et le deuxième passage d'échappement est relié au deuxième collecteur 7.

[0006] Un ensemble moteur 1 dit à suralimentation contrôlée par distribution moteur comprend donc un premier conduit 4 dit d'échappement par la turbine 2 partant d'un premier collecteur 5 d'échappement et un deuxième conduit 6 dit de décharge partant d'un deuxième collecteur 7 d'échappement, les collecteurs 5, 7 d'échappement étant reliés chacun respectivement à une des deux séries de premiers ou deuxièmes passages d'échappement munis de leurs soupapes d'échappement 19, 19a fournies pour chaque cylindre.

[0007] Le premier conduit 4 aboutit à une face d'entrée de la turbine 2 du turbocompresseur en étant prolongé par un passage principal de détente à l'intérieur de la turbine 2 logeant une roue de turbine permettant de récupérer l'énergie cinétique contenue dans les gaz d'échappement le traversant. Le deuxième conduit 6 contourne la turbine 2 sans y pénétrer mais rejoint plus en aval de la turbine 2 un troisième conduit 9 extérieur à la turbine 2 et connecté à une face de sortie de la turbine 2 pour l'évacuation des gaz d'échappement du passage principal de détente ayant été en échange d'énergie avec la roue de turbine.

[0008] Après la turbine 2, il n'existe donc plus qu'un seul et unique conduit 9 d'échappement traversant des éléments de dépollution 10 placés en fin de système d'échappement. Il s'ensuit que, dans un tel ensemble moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur selon cet état de la technique, le deuxième conduit 6 n'a pas de prolongation pénétrant dans la turbine 2.

[0009] La fonction du premier conduit 4 dit conduit d'échappement par turbine est de permettre à un premier flux de gaz d'échappement de traverser la turbine 2 et son organe rotatif récupérateur d'énergie sous forme d'une roue pour fournir de la puissance au compresseur 3. La fonction du deuxième conduit 6 dit conduit de décharge et alimenté par un deuxième collecteur 7 d'échappement, différent et indépendant du premier collecteur 5 d'échappement du premier conduit 4, est de permettre à un deuxième flux de gaz d'échappement indépendant et différent du premier flux de contourner la turbine 2 et notamment sa roue et donc de décharger la turbine 2 du flux total de gaz d'échappement en diminuant le débit de gaz d'échappement la traversant par soustraction du deuxième flux au flux total.

[0010] Ceci permet de décharger et/ou contrôler la puissance de la turbine, comme le ferait en condition de fonctionnement classique de régulation de la charge moteur une soupape de décharge, élément connu précédemment de l'état de la technique pour un moteur turbocompressé. Cela permet notamment d'éviter le phénomène de pompage du
 5 moteur consistant essentiellement à un retour des gaz chauds vers l'entrée d'air d'admission.

[0011] Pour un moteur turbocompressé classique, une soupape de décharge qui peut être interne ou externe à la turbine sert à limiter la pression des gaz d'échappement sur la roue de la turbine du turbocompresseur en ouvrant une dérivation des gaz d'échappement
 10 afin qu'ils ne passent plus par la turbine et sa roue. Une limitation de la vitesse de la roue de la turbine est donc obtenue, ce qui limite aussi la vitesse de rotation de la roue prévue dans le compresseur en étant solidaire de la roue de la turbine, d'où aussi une limitation de la compression de l'air d'admission.

[0012] Une soupape de décharge associée à une turbine pour la régulation du flux de gaz d'échappement la traversant n'est plus nécessaire avec un ensemble moteur à
 15 suralimentation contrôlée par distribution moteur présentant deux conduits d'échappement partant chacun d'un collecteur d'échappement respectif.

[0013] Ainsi, un tel ensemble moteur permet d'améliorer l'efficacité du cycle moteur par la réduction du pompage moteur pendant la phase d'échappement d'un cycle quatre-
 20 temps, ce qui a des répercussions favorables sur la consommation du moteur. Un meilleur contrôle de l'énergie récupérée par la turbine est donc effectué, ce qui implique une meilleure gestion de la charge du moteur.

[0014] Le document FR-A-3 032 486 reprend sensiblement les caractéristiques du premier état de la technique décrit plus haut. Ce document divulgue une turbine munie
 25 d'un carter l'entourant, le premier conduit débouchant dans le passage principal de détente par une face d'entrée du carter. Ceci est illustré à la figure 2.

[0015] Contrairement au premier état de la technique, le deuxième conduit 6 débouchant dans au moins une portion de dérivation 8 interne au carter contournant le passage principal de détente, la vanne de régulation rapide 13 étant logée dans le carter.

[0016] Le passage principal de détente et ladite au moins une portion de dérivation 8 se rejoignent à une face de sortie du carter, le système d'échappement comprenant un

troisième conduit 9 extérieur à la turbine 2 en étant relié à la face de sortie du carter de turbine pour l'évacuation des gaz d'échappement hors de la turbine.

[0017] De manière générale, un ensemble moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur permet de gagner en pression moyenne indiquée et donc en consommation dès qu'on fait de la suralimentation par rapport à un moteur turbocompressé standard. C'est la soupape d'échappement reliée au premier conduit d'échappement par turbine qui s'ouvre en premier et envoie la bouffée d'échappement vers la turbine.

[0018] Dès que l'énergie récupérée est suffisante, on ouvre la soupape d'échappement du deuxième conduit d'échappement de décharge pour envoyer l'énergie en aval de la turbine ce qui fait également chuter rapidement la pression. Par ce procédé, il est possible de piloter la suralimentation du moteur uniquement par un déphasage entre les première et deuxième soupapes d'échappement de chaque cylindre.

[0019] Actuellement le concept apporte un gain en zone suralimentée mais ne permet pas d'améliorer la consommation en charge partielle. Cette consommation s'en retrouve même dégradée par rapport à un ensemble moteur turbocompressé classique car il y a moins de gaz brûlés réintroduits dans le moteur. Avec une architecture à suralimentation contrôlée par distribution moteur et son diagramme de distribution, la pression vue par la chambre de combustion en phase de croisement de la soupape d'admission et d'une des deux soupapes d'échappement qui est la deuxième soupape reliée au deuxième conduit de décharge est donc une pression plus faible que celle qui serait théoriquement obtenue avec un croisement de la soupape d'admission et de la première soupape d'échappement reliée au premier conduit. La contre-pression est donc plus faible et la capacité à retourner des gaz brûlés dans le moteur est réduite. Pour assurer le réglage de la charge moteur, le papillon doit donc se fermer davantage ce qui dégrade la consommation.

[0020] Par conséquent, le problème à la base de l'invention est de pouvoir faire recirculer des gaz brûlés d'un système d'échappement à deux conduits alimentés par deux soupapes d'échappement d'un même cylindre dans un moteur d'un ensemble moteur dit à suralimentation contrôlée par distribution moteur à deux conduits d'échappement de manière simple et efficace directement dans le système d'échappement selon les conditions de fonctionnement alors en vigueur de l'ensemble moteur, cette recirculation se faisant notamment lors d'une phase d'échappement pendant le croisement de la deuxième soupape d'échappement avec la soupape d'admission du moteur.

[0021] Pour atteindre cet objectif, il est prévu selon l'invention un procédé de commande d'un échappement d'un ensemble moteur thermique d'un véhicule automobile comprenant un système d'échappement logeant une turbine d'un turbocompresseur, le moteur comprenant au moins un cylindre logeant un piston relié à un vilebrequin en rotation, une

5 pleine charge du moteur en fonction du régime moteur étant déterminée spécifiquement pour le moteur thermique, ledit au moins un cylindre présentant un passage d'entrée muni d'une soupape d'admission et des premier et deuxième passages de sortie débouchant dans le système d'échappement munis respectivement d'une première et d'une deuxième

10 soupapes d'échappement prenant des positions d'ouverture ou de fermeture de leur passage associé selon un angle de rotation du vilebrequin, l'ouverture du deuxième passage étant déphasée par rapport à l'ouverture du premier passage, l'échappement présentant des premier et deuxième flux des gaz en sortie du moteur, un premier flux par turbine provenant du premier passage traversant la turbine logeant une roue de

15 récupération partielle d'une énergie contenue dans les gaz et un deuxième flux de décharge provenant du deuxième passage rejoignant le premier flux en aval de la roue en la contournant, une durée d'ouverture commune de la soupape d'entrée et de la deuxième soupape prenant place en fin d'une phase d'échappement, caractérisé en ce qu'il est effectué une augmentation forcée de pression du deuxième flux pendant la durée

20 d'ouverture commune pour un retour d'au moins une partie du deuxième flux dans ledit au moins un cylindre pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute ou de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals.

[0022] L'effet technique est d'obtenir une désactivation du deuxième flux traversant le conduit dit de décharge contournant la turbine ceci à chaque fin de phase d'échappement

25 d'un ou du cylindre du moteur faisant partie de l'ensemble moteur lors d'un croisement de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement. Ceci permet d'améliorer la réponse du moteur en conditions stabilisées et transitoires, notamment sous situation de vie transitoire à pleine charge et bas régime ou à charge partielle relativement faible correspondant à une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals. Des gaz

30 du deuxième flux sont réintroduits dans la chambre de combustion.

[0023] Lorsque la deuxième soupape d'échappement s'ouvre pendant une phase d'échappement, il peut être obtenu par une vanne de régulation rapide disposée sur le deuxième conduit du système d'échappement ou, le cas échéant, sur une prolongation du deuxième conduit dans la turbine, que le deuxième flux soit interrompu au moins

partiellement dans le système d'échappement et qu'une partie du flux retourne vers la chambre de combustion du cylindre ou des cylindres.

[0024] En interrompant le deuxième flux avant un Point Mort Haut et pendant le croisement de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement, il est
5 procédé à une augmentation brutale de la pression dans le deuxième conduit par lequel passe le deuxième flux, ce qui augmente le différentiel de pression entre soupape d'admission et deuxième soupape d'échappement et est favorable à une augmentation du taux de gaz recirculés dans la chambre de combustion du cylindre ou des cylindres.

[0025] Avantageusement, il est effectué une fermeture du deuxième flux en aval de la
10 deuxième soupape pendant la durée d'ouverture commune suivie d'une réouverture après une fin de la durée d'ouverture commune, au moins une portion du deuxième flux retournant dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape.

[0026] Avantageusement, il est effectué une introduction d'une partie du premier flux
15 d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction d'une partie du premier flux, au moins une portion du deuxième flux et de la partie du premier flux retournant dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape.

[0027] Dans ce mode de réalisation, il s'agit de créer une connexion entre les première
20 et deuxième soupapes d'échappement une fuite de gaz ou un équivalent d'une fuite de gaz vers le deuxième flux, qui permet de maximiser la capacité à faire recirculer des gaz brûlés en récupérant une bouffée de gaz du premier flux du cylindre d'après dans l'ordre d'allumage, pendant que la deuxième soupape d'échappement est encore ouverte en
25 phase de croisement avec la soupape d'admission.

[0028] Avantageusement, pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute, il est effectué seulement la fermeture du deuxième flux en aval de la deuxième soupape pendant la durée d'ouverture commune ou, pour des conditions de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins
30 de 10^6 Pascals, il est effectué l'introduction d'une partie du premier flux d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction.

[0029] Dans la première de ces configurations, il est nécessité une recirculation de moins de gaz brûlés que dans la deuxième. Dans la deuxième configuration, le flux de gaz recirculé à partir du deuxième flux est enrichi d'une partie de gaz venant du premier flux d'échappement.

5 [0030] L'invention concerne aussi un ensemble moteur comprenant un moteur thermique, un système d'échappement avec une turbine d'un turbocompresseur pour la mise en œuvre d'un tel procédé, le système d'échappement étant raccordé au moteur comprenant au moins un cylindre présentant un passage d'entrée muni d'une soupape
10 d'admission et des premier et deuxième passages de sortie pour une évacuation de gaz d'échappement issus de la combustion dans le moteur munis respectivement de première et de deuxième soupapes d'échappement ouvrant le passage associé et l'obturant séquentiellement, le système comprenant un premier conduit d'échappement par la turbine partant de la première soupape et un deuxième conduit de décharge partant de la deuxième soupape, la turbine étant munie en son intérieur d'un passage principal de
15 détente dans lequel est logée une roue de turbine et le premier conduit débouchant dans le passage principal de détente, le deuxième conduit contournant la roue de la turbine, caractérisé en ce que le système d'échappement comprend des moyens d'augmentation forcée d'une pression dans le deuxième conduit pilotés par une unité de commande présentant des moyens de détection d'une ouverture commune de la soupape d'admission
20 et de la deuxième soupape et des moyens d'estimation ou de mesure d'une pression moyenne effective, d'une charge partielle du moteur thermique et d'un régime moteur.

[0031] Le problème majeur que la présente invention a résolu est la pénalité de consommation en charges partielles sous 10^6 Pascals (10 bars) de pression moyenne effective associée à un moteur suralimenté par distribution moteur. La présente invention
25 permet de maximiser les gains sur des cycles d'essai ainsi qu'en usage normal en s'affranchissant de la pénalité aux faibles charges ainsi qu'aux charges totales à bas régime.

[0032] La présente invention permet notamment de redonner du potentiel en dioxyde de carbone en charge partielle relativement faible là où un tel moteur suralimenté perd du
30 dioxyde de carbone en comparaison avec un moteur standard. Au bilan, un moteur suralimenté par distribution moteur muni de l'amélioration proposée par la présente invention permet de gagner véritablement sur tout le champ moteur et de maximiser le gain de consommation.

[0033] Avantageusement, le deuxième conduit comprend une vanne de régulation rapide interrompant le flux de gaz d'échappement dans le deuxième conduit pendant une ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement, la vanne de régulation rapide étant pilotée par l'unité de commande comportant des moyens d'actionnement de la vanne de régulation rapide pendant cette ouverture selon la pression moyenne effective, le régime moteur et la charge partielle étant estimés ou mesurés par les moyens d'estimation.

[0034] Dans ce cas, rien n'est à ajouter sur un moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur selon un état de la technique pour augmenter la pression dans le deuxième conduit dit de décharge. Une vanne de régulation rapide peut être déjà présente sur un tel moteur, avantageusement en étant disposée dans le carter de la turbine. Cependant, cette vanne de régulation rapide est commandée de manière différente par l'unité de commande.

[0035] Il était connu de fermer un des premier et deuxième conduits avec une vanne de régulation. Ceci n'était cependant pas synchronisé avec des phases d'échappement du moteur au croisement de la soupape d'admission avec la deuxième soupape d'échappement, ce qui ne permettait pas de contrôler le deuxième flux émis à travers le deuxième passage de sortie dudit au moins un cylindre du moteur et de faire recirculer au moins en partie des gaz de ce deuxième flux vers la chambre de combustion du cylindre ou des cylindres. Avec l'utilisation d'une vanne de régulation rapide, la fermeture de la vanne peut se faire pendant une partie du temps de croisement de la soupape d'admission avec la deuxième soupape d'échappement, moyennant l'incorporation d'un logiciel adéquat dans l'unité de commande.

[0036] Avantageusement, la turbine est munie d'un carter l'entourant, le deuxième conduit débouchant dans au moins une portion de dérivation interne au carter contournant le passage principal de détente, la vanne de régulation rapide étant logée dans le carter ou le deuxième conduit comprend un tronçon en dérivation de la turbine, la vanne de régulation rapide étant portée par ce tronçon en dérivation.

[0037] Avantageusement, la vanne de régulation rapide est une vanne trois voies et le deuxième conduit présente un piquage sur le premier conduit, avec une première position de fermeture du deuxième conduit maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit par obturation du piquage, une deuxième position d'une communication du premier conduit dans le deuxième conduit et passage d'un flux partiel de gaz d'échappement du premier conduit au deuxième conduit par ouverture du piquage,

le deuxième conduit étant fermé en aval de la communication entre premier et deuxième conduits, et une troisième position d'ouverture du deuxième conduit maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit, le piquage étant obturé.

[0038] Avantageusement, le premier passage est relié à un premier collecteur d'échappement tandis que le deuxième passage de sortie est relié à un deuxième collecteur d'échappement, le premier conduit partant du premier collecteur et le deuxième conduit partant du deuxième collecteur, le système d'échappement comprenant un canal de fuite du premier collecteur vers le deuxième collecteur, l'unité de commande comportant des moyens d'actionnement ouvrant ou fermant un clapet dans le canal de fuite selon la pression moyenne effective, la charge partielle et le régime du moteur estimés ou mesurés par les moyens d'estimation.

[0039] 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 :

15 - la figure 1 est une représentation schématique d'un premier ensemble moteur turbocompressé à suralimentation contrôlée par distribution moteur comprenant un système d'échappement à deux conduits d'échappement, le deuxième conduit étant extérieur à une turbine et présentant une vanne de régulation rapide selon un premier mode de réalisation de la présente invention réalisant des moyens d'augmentation forcée de pression dans le deuxième conduit pendant la durée de croisement de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement dite de décharge pour un retour d'une partie du deuxième flux dans ledit au moins un cylindre pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute ou de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals,

25 - la figure 2 est une représentation schématique d'un deuxième ensemble moteur comprenant un système d'échappement à deux conduits d'échappement conformément à un autre mode de réalisation selon la présente invention, la turbine étant traversée par les deux conduits et le deuxième conduit présentant une vanne de régulation rapide selon le premier mode de réalisation de la présente invention,

30 - les figures 3, 4 et 5 montrent des courbes de pression en fonction d'un angle vilebrequin pour un ensemble turbocompressé respectivement à un conduit d'échappement, un ensemble à deux conduits d'échappement et un ensemble à deux conduits d'échappement avec des moyens d'augmentation forcée de pression dans le deuxième conduit pendant la durée de croisement de la soupape d'admission et de la

deuxième soupape d'échappement dite de décharge, cette dernière figure étant conforme à la présente invention,

- les figures 6a, 6b et 6c illustrent diverses positions de fermeture et d'ouverture d'une vanne trois voies en tant que moyen d'augmentation forcée de pression dans le deuxième conduit pendant la durée de croisement de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement dite de décharge, cette vanne trois voies équipant un ensemble moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur conforme à la présente invention,

- la figure 7 montre une courbe de pleine charge avec un couple moteur donné en fonction du régime moteur dans un ensemble moteur conforme la présente invention et équipé de la vanne trois voies montrée aux figures 6a, 6b et 6c.

[0040] 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 nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier les dimensions des différents éléments illustrés ne sont pas représentatives de la réalité.

[0041] Dans ce qui suit les mots aval et amont sont à prendre dans le sens de l'écoulement des gaz d'échappement hors du moteur, un élément dans le système d'échappement en aval du moteur étant plus éloigné du moteur qu'un autre élément se trouvant en amont de l'élément. Ce qui est appelé ensemble moteur comprend le moteur thermique de même que ses auxiliaires pour l'admission d'air dans le moteur et pour l'échappement des gaz hors du moteur, un turbocompresseur faisant aussi partie de l'ensemble moteur, la turbine étant comprise dans le système d'échappement de l'ensemble moteur.

[0042] En se référant aux figures 1 et 2, il va être décrit des caractéristiques qui sont usuelles pour un moteur turbocompressé et plus précisément pour un moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur mais qui ne sont pas essentielles pour la mise en œuvre de la présente invention.

[0043] Il est classique que la turbine 2 entraîne le compresseur 3 en étant solidaire de celui-ci par un axe, le compresseur 3 étant traversé par de l'air frais destiné à alimenter en air le moteur, air que le compresseur 3 comprime. A la sortie du compresseur 3, l'air qui est alors dénommé air de suralimentation est amené par la ligne d'alimentation en air vers un refroidisseur d'air de suralimentation 25 pour refroidir l'air sortant du compresseur 3.

Sur cette ligne est aussi positionnée une vanne papillon 26 régulant le débit d'air dans le collecteur d'admission d'air du moteur formant l'entrée d'air du moteur.

[0044] Il est aussi fréquent de munir un ensemble moteur d'une ligne de recirculation des gaz d'échappement à l'admission d'air du moteur, aussi dénommée ligne RGE, une telle ligne étant référencée 11 à la figure 1. Il est en effet connu pour des moteurs thermiques à allumage commandé et à allumage par compression de faire recirculer les gaz d'échappement vers l'admission d'air du moteur thermique pour réduire les émissions d'oxydes d'azote. Un tel système est aussi connu sous l'acronyme anglo-saxon de EGR pour « Exhaust Gas recirculation » ce qui signifie Recirculation des Gaz à l'Echappement.

[0045] Une ligne RGE 11 présente un piquage 12 sur un élément d'un des deux conduits d'échappement, par exemple le deuxième collecteur 7 d'échappement ou à travers la turbine 2, pour prélever une partie des gaz d'échappement. La ligne RGE 11 comprend un refroidisseur 23 des gaz d'échappement traversant cette ligne 11, ces gaz étant alors très chauds. La ligne RGE 11 débouche sur l'admission d'air en amont du compresseur 3 qu'elle alimente. Une vanne 24 dite vanne RGE équipe la ligne RGE 11, avantageusement en aval du refroidisseur 23 RGE dans le sens d'écoulement des gaz de recirculation afin d'ouvrir ou de fermer la circulation des gaz vers l'admission.

[0046] Pour tout type de ligne RGE 11, la recirculation des gaz d'échappement vers l'admission d'air du moteur thermique permet d'améliorer le rendement thermodynamique du moteur du fait de la réduction des transferts thermiques grâce à la réintroduction de gaz recyclés par la ligne RGE 11 dans le collecteur d'admission. Une telle recirculation peut permettre aussi une diminution de l'enrichissement lié à la température d'échappement et une diminution des pertes par pompage quand le moteur est associé à un turbocompresseur.

[0047] Les figures 3, 4 et 5, tout en se référant aux figures 1 et 2 pour les références manquantes à ces figures, montrent des courbes de pression en bars P(bars) en fonction d'un angle vilebrequin ANGLE VIL respectivement pour un ensemble turbocompressé à un conduit d'échappement, un ensemble à deux conduits d'échappement avec un moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur et un ensemble à deux conduits d'échappement avec des moyens d'augmentation forcée de pression dans le deuxième conduit pendant la durée de croisement de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement dite de décharge, cette dernière figure 5 étant représentative des pressions obtenues par un ensemble turbocompressé conforme à la présente invention.

[0048] Entre un point mort haut PMH et un point mort bas PMB, il est procédé à une phase d'échappement se passant entre deux angles vilebrequin ANGLE VIL prédéterminés. Lors de cette phase d'échappement, les première et deuxième soupapes 19, 19a d'échappement que compte le cylindre ou chaque cylindre s'ouvrent respectivement selon une levée de soupape S1 et S2, sauf pour la figure 3 pour laquelle il n'y a qu'une soupape d'échappement.

[0049] Pour les figures 4 et 5, la levée de soupape S2 de la deuxième soupape d'échappement 19a est déphasée en retard par rapport à la levée de soupape S1 de la première soupape d'échappement 19. Quand les première et deuxième soupapes 19, 19a d'échappement sont ouvertes, les premier et deuxième passages de sortie sont respectivement ouverts et quand les première et deuxième soupapes 19, 19a d'échappement sont fermées, les premiers et deuxième passages de sortie sont respectivement fermés.

[0050] L'échappement présente deux flux d'échappement des gaz en sortie du moteur, un premier flux dit d'échappement provenant du premier passage dudit au moins un cylindre traversant la turbine 2 par une roue de récupération partielle d'une énergie contenue dans les gaz d'échappement à l'intérieur de la turbine 2 et un deuxième flux dit de décharge provenant du deuxième passage de sortie dudit au moins un cylindre rejoignant le premier flux en aval de la roue en la contournant, soit en passant à l'extérieur de la turbine comme montré à la figure 1 soit en passant à l'intérieur de la turbine comme montré à la figure 2.

[0051] A la figure 3, il existe un croisement C soup entre une soupape d'admission dont la levée est référencée SA et l'unique soupape d'échappement dont la levée est référencée S1. Pour les figures 4 et 5, le croisement C soup de la soupape d'admission se fait avec la deuxième soupape 19a d'échappement dont la levée est référencée S2.

[0052] A la figure 3, lors du croisement C soup de soupape d'admission et d'échappement, il existe une différence de pression de croisement ΔP qui est plus importante que la différence de pression de croisement ΔP de la figure 4 entre la soupape d'admission et la deuxième soupape d'échappement 19a. A la figure 3, en fin d'échappement, on ouvre la soupape d'admission et comme la pression d'échappement PS1 est très supérieure à la pression d'admission PA, ceci provoque la réintroduction de gaz brûlés dans la chambre de combustion du cylindre.

[0053] La réintroduction de gaz brûlés dans le cylindre permet de gérer une partie de la charge moteur par la quantité de gaz brûlés réintroduite dans la chambre de combustion du cylindre et non pas par le papillon pour réduire les pertes par pompage et limiter les transferts thermiques dans la chambre par un effet dilution.

- 5 [0054] A la figure 4, c'est la deuxième soupape d'échappement 19a dite de décharge qui est ouverte en fin de phase échappement. La pression dédiée à la deuxième soupape d'échappement PS2 étant plus faible, la différence de pression de croisement ΔP est beaucoup plus faible qu'à la figure 3. La capacité à réintroduire des gaz brûlés dans la chambre est réduite. On est donc contraint de gérer la charge par le papillon moteur et on
- 10 ne profite pas de l'effet dilution sur les transferts thermiques dans la chambre de combustion du cylindre.

[0055] La présente invention concerne un procédé de commande d'un échappement d'un ensemble moteur 1 thermique d'un véhicule automobile, le moteur étant un moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur. Un tel moteur comprend un système

15 d'échappement logeant une turbine 2 d'un turbocompresseur, le moteur comprenant au moins un cylindre logeant un piston relié à un vilebrequin en rotation.

[0056] Il est courant pour un moteur thermique de déterminer une pleine charge du moteur en fonction du régime moteur. Cette pleine charge est spécifique pour le moteur thermique et est le rapport du travail apporté par le moteur à un certain régime sur le

20 travail maximal envisageable à ce régime. Une courbe de pleine charge est montrée à la figure 7 et sera ultérieurement plus précisément décrite.

[0057] La pression moyenne effective est le rapport entre le travail fourni par le moteur durant un cycle et la cylindrée du moteur et permet de calculer la charge du moteur. La pression moyenne effective ou PME est donnée par l'équation suivante :

25
$$PME = C \cdot \Theta / V$$

pour laquelle C est le couple, Θ l'angle de rotation du moteur pendant un cycle, exprimé en radians, soit 2π pour un moteur à deux temps ou 4π pour un moteur à quatre temps et V la cylindrée du moteur. Pour un moteur donné, la PME est proportionnelle au couple du moteur et dépend donc du point de fonctionnement du moteur qui peut être défini par le

30 régime et la charge du moteur.

[0058] Le cylindre ou chaque cylindre présente un passage d'entrée muni d'une soupape d'admission et des premier et deuxième passages de sortie débouchant dans le système

d'échappement munis respectivement d'une première et d'une deuxième soupapes d'échappement 19, 19a prenant des positions d'ouverture ou de fermeture de leur passage associé selon un angle de rotation du vilebrequin, l'ouverture du deuxième passage étant déphasée par rapport à l'ouverture du premier passage.

- 5 [0059] De ce fait, l'échappement présente des premier et deuxième flux des gaz en sortie du moteur, un premier flux par turbine provenant du premier passage traversant la turbine 2 logeant une roue de récupération partielle d'une énergie contenue dans les gaz et un deuxième flux de décharge provenant du deuxième passage rejoignant le premier flux en aval de la roue en la contournant. Dans le mode de réalisation de la figure 1, le
10 deuxième flux passant par le deuxième conduit 6 passe à l'extérieur de la turbine 2 tandis qu'à la figure 2, le deuxième flux par un circuit de dérivation 8 qui contourne la roue de la turbine 2 tout en étant intérieur à la turbine 2.

- [0060] Pendant une durée d'ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape 19a, ce qui correspond à un croisement de soupape C Soup prenant
15 place en fin d'une phase d'échappement, pour augmenter la différence de pression de croisement ΔP , la présente invention propose d'effectuer une augmentation forcée de pression du deuxième flux pendant la durée d'ouverture commune pour un retour d'une partie du deuxième flux dans ledit au moins un cylindre dans au moins deux cas de figure.

- [0061] Le premier cas de figure est obtenu pour des conditions de pleine charge sous un
20 régime moteur inférieur à 3000 tours par minute référencé A à la figure 7. Le deuxième cas de figure est obtenu pour des conditions de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals, ce qui est référencé B à la figure 7. Ces deux cas de figure sont en effet les plus défavorables à la réintroduction de gaz brûlés dans la chambre de combustion du cylindre ou de chaque cylindre.

- 25 [0062] Conformément à la présente invention, des gaz brûlés sont alors réintroduits dans la chambre de combustion du cylindre ou de chaque cylindre en plus grande quantité que pour un ensemble moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur de l'état de la technique.

- [0063] En regard de la figure 5, tout en se référant aux figures 1 et 2, la fermeture d'une
30 vanne de régulation rapide 13 dont le diagramme d'ouverture est montré en haut de cette figure, 100% signifiant que la vanne de régulation rapide 13 est fermée et 0% signifiant que la vanne de régulation rapide 13 est ouverte, il peut être vu la pression avec fermeture

du deuxième conduit 6 référencée PS2 ferm à la figure 5 est plus élevée que la pression sans fermeture PS2 montrée à la figure 4 et encore illustrée à la figure 5.

[0064] Il existe alors à la figure 5 une différence de pression de croisement ΔP qui est plus importante que la différence de pression de croisement ΔP de la figure 4. La présente invention permet donc d'augmenter la pression dans le deuxième conduit 6 de décharge pendant la phase de croisement de soupapes C soup, ce qui augmente la réintroduction de gaz brûlés dans la chambre de combustion du ou de chaque cylindre du moteur et réduit les pertes par pompage introduite par la gestion de la charge par le papillon moteur ainsi que les transferts thermiques dans la chambre de combustion du cylindre ou de chaque cylindre.

[0065] Dans un mode de réalisation avantageux du procédé selon la présente invention, il peut être effectué une fermeture du deuxième flux en aval de la deuxième soupape 19a pendant la durée d'ouverture commune suivie d'une réouverture après une fin de la durée d'ouverture commune. Après cette fermeture, au moins une portion du deuxième flux ne peut plus s'écouler dans le reste de la ligne d'échappement en aval de la deuxième soupape 19a et peut retourner dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape 19a en tant que gaz brûlés réintroduits dans la chambre de combustion du cylindre ou de chaque cylindre.

[0066] Dans un mode de réalisation complémentaire au premier mode de réalisation, il peut être effectué une introduction d'une partie du premier flux d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes 19, 19a pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction d'une partie du premier flux.

[0067] Au moins une portion du deuxième flux et de la partie du premier flux peut alors retourner dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape 19a. Ce mode de réalisation introduit plus de gaz brûlés dans la chambre de combustion que dans le premier mode et s'adapte donc à un cas de fonctionnement du moteur spécifique requérant plus de gaz brûlés réintroduits.

[0068] En se référant notamment à la figure 7 qui montre une courbe de pleine charge avec un couple moteur $C(N.m)$ en Newton-mètre donné en fonction du régime moteur $N(t/mn)$ en tours par minute dans un ensemble moteur conforme la présente invention. Pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute, ce qui est représenté par la zone référencée A à la figure 7, il est effectué

seulement et uniquement la fermeture du deuxième flux en aval de la deuxième soupape 19a pendant la durée d'ouverture commune, c'est-à-dire sans introduction dans le deuxième flux d'un flux de gaz faisant anciennement partie du premier flux.

5 [0069] Par contre, pour des conditions de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals, ce qui est représenté par la zone référencée B à la figure 7, il est effectué l'introduction d'une partie du premier flux d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes 19, 19a pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction.

10 [0070] A la figure 7, la courbe inférieure est la courbe de charge partielle en dessous de laquelle il est procédé à l'introduction d'une partie du premier flux dans le deuxième flux. A la figure 7, la zone C est une zone de charge totale ou partielle dans laquelle une modification des flux par rapport aux flux obtenus selon l'état de la technique n'est pas nécessaire. Le fonctionnement du moteur à suralimentation contrôlée par distribution moteur selon la présente invention est le même dans cette zone que celui d'un moteur de 15 l'état de la technique.

[0071] Pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, il est prévu un ensemble moteur 1 comprenant un moteur thermique à suralimentation contrôlée par distribution moteur et un système d'échappement avec une turbine 2 d'un turbocompresseur. Le système d'échappement est raccordé à la sortie d'un moteur comprenant au moins un 20 cylindre présentant un passage d'entrée muni d'une soupape d'admission et des premier et deuxième passages de sortie pour une évacuation de gaz d'échappement issus de la combustion dans le moteur munis respectivement de première et de deuxième soupapes d'échappement 19, 19a ouvrant le passage associé et l'obturant séquentiellement, les passages de sortie débouchant dans le système d'échappement.

25 [0072] Le système comprend un premier conduit 4 d'échappement par la turbine 2 partant de la première soupape 19 et un deuxième conduit 6 de décharge partant de la deuxième soupape 19a, la turbine 2 étant munie en son intérieur d'un passage principal de détente dans lequel est logée une roue de turbine et le premier conduit 4 débouchant dans le passage principal de détente. Le deuxième conduit 6 contourne la roue de la turbine 2, 30 ceci en étant prolongé par un conduit de dérivation 8 à l'intérieur de la turbine 2, comme il est visible à la figure 2 ou en contournant par l'extérieur la turbine 2, comme il est visible à la figure 1.

[0073] Selon la présente invention, le système d'échappement comprend des moyens d'augmentation forcée d'une pression dans le deuxième conduit 6 pilotés par une unité de commande. L'unité de commande présente des moyens de détection d'une ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape, des moyens d'estimation ou de mesure d'une pression moyenne effective, d'une charge partielle du moteur thermique et d'un régime moteur. Cette unité de commande peut être l'unité de contrôle commande du moteur thermique.

[0074] Dans une première forme de réalisation de la présente invention, le deuxième flux est fermé en aval de la deuxième soupape 19a pendant la durée d'ouverture commune et réouvert ensuite par une vanne de régulation rapide 13. La vanne de régulation rapide 13 peut être pilotée par l'unité de commande comportant des moyens d'actionnement de la vanne de régulation rapide pendant cette ouverture selon la pression moyenne effective, la charge partielle et le régime moteur estimés par les moyens d'estimation. La vanne de régulation rapide 13 peut interrompre le flux de gaz d'échappement dans le deuxième conduit 6 pendant une ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement 19a.

[0075] Deux positions non limitatives de cette vanne de régulation rapide 13 sont montrées respectivement aux figures 1 et 2. La vanne de régulation rapide 13 peut être disposée à l'extérieur de la turbine 2, le deuxième conduit contournant la turbine 2. Ceci est montré à la figure 1. Dans une deuxième forme de réalisation, la vanne de régulation rapide 13 peut être disposée dans la turbine 2. Ceci est montré à la figure 2.

[0076] La turbine 2 peut être munie d'un carter l'entourant, le deuxième conduit 6 débouchant dans au moins une portion de dérivation 8 interne au carter contournant le passage principal de détente. La vanne de régulation rapide 13 peut être logée dans le carter, ce qui est montré à la figure 2 ou le deuxième conduit 6 contourne la turbine 2 en comprenant un tronçon en dérivation de la turbine 2, la vanne de régulation rapide 13 étant portée par ce tronçon en dérivation, ce qui est montré à la figure 1.

[0077] En se référant notamment aux figures 6a, 6b et 6c tout en prenant en compte les figures 1 et 2 pour les références numériques manquantes à ces trois premières figures, dans une forme de réalisation de la vanne de régulation rapide 13, cette vanne de régulation rapide 13 peut être une vanne trois voies mais ceci n'est pas limitatif. On peut tout à fait réaliser les différents modes de pilotage avec deux vannes 2 voies, les deux dans le collecteur d'échappement, une dans le collecteur et une dans le carter turbine, ou les deux dans le carter de la turbine.

[0078] A ces figures, la vanne trois voies, référencée 13 aux figures 1 et 2 mais non référencée 13 aux figures 6a à 6c avec seulement des positions spécifiques référencées 13a, 13b et 13c est implantée en aval d'une turbine 2 sur le deuxième conduit 6 qui est alors extérieur à la turbine 2. Ceci n'est pas limitatif et la vanne trois voies peut être
 5 implantée autre part qu'à l'extérieur et à proximité de la turbine 2, par exemple à l'intérieur de la turbine 2, la portion en dérivation 8 relié au deuxième conduit contournant la roue de la turbine 2, ou dans un deuxième collecteur 7 associé au deuxième conduit 6, ou en aval du deuxième collecteur 7 et en amont du troisième conduit 9. Les flèches internes aux conduits 4 et 6 indiquent l'écoulement des flux de gaz à ces figures 6a à 6c.

10 [0079] Le deuxième conduit 6 peut présenter un piquage sur le premier conduit 4, avec une première position de fermeture du deuxième conduit 6 maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit 4 par obturation du piquage, ce flux de gaz en provenance du premier conduit 4 pénétrant dans le deuxième conduit 6.

[0080] Ceci est montré à la figure 6a. Cette configuration peut être utilisée pour la zone
 15 A montrée à la figure 7 avec charge totale ou charge moyenne au dessus de 10^6 Pascals et régime moteur relativement faible, par exemple en dessous de 3000 tours par minute. Un accroissement de couple référencé Z1 obtenu par la fermeture et donc la désactivation du deuxième flux d'échappement s'écoulant dans le deuxième conduit 6 est montré à cette figure 7. La référence 13b indique que la vanne de régulation est fermée pour le deuxième
 20 conduit 6.

[0081] La figure 6b montre une deuxième position d'une communication du premier conduit 4 dans le deuxième conduit 6 et passage d'un flux partiel de gaz d'échappement du premier conduit 4 au deuxième conduit 6 par ouverture du piquage. Le deuxième conduit 6 est fermé en aval de la communication entre premier et deuxième conduits 4, 6,
 25 ce qui est référencé 13b à cette figure et une fuite est ouverte du premier conduit 4 vers le deuxième conduit, ce qui est référencé 13a à cette figure.

[0082] Les flux de gaz s'écoulent au moins en partie selon les flèches indiquées. Cette configuration peut être utilisée pour la zone B montrée à la figure 7 avec charge partielle faible en dessous de 10^6 Pascals pour une large gamme de régimes moteur allant de
 30 faible à fort.

[0083] Enfin, la figure 6c montre une troisième position d'ouverture du deuxième conduit 6, ce qui est référencé 13c, simultanément maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit 4, le piquage étant obturé. Cette configuration peut être

utilisée pour la zone C montrée à la figure 7 avec charge partielle moyenne au-dessus de 10^6 Pascals et une large gamme de régimes moteur allant de faible à fort, en étant par exemple au-dessus de 3000 tours par minute.

5 [0084] Dans une autre forme de réalisation préférentielle de l'invention, non représentée aux figures, le premier passage peut être relié à un premier collecteur 5 d'échappement tandis que le deuxième passage de sortie peut être relié à un deuxième collecteur 7 d'échappement, le premier conduit 4 partant du premier collecteur 5 et le deuxième conduit 6 partant du deuxième collecteur 7. Ces caractéristiques sont des caractéristiques fréquemment présentées par des moteurs à suralimentation contrôlée par distribution
10 moteur.

[0085] Selon ce mode de réalisation préférentielle de l'invention, le système d'échappement peut comprendre un canal de fuite du premier collecteur 6 vers le deuxième collecteur 7. L'unité de commande peut comporter des moyens d'actionnement ouvrant ou fermant un clapet dans le canal de fuite selon la pression moyenne effective, la
15 charge partielle et le régime du moteur estimés ou mesurés par les moyens d'estimation. Le clapet peut être piloté entre différentes positions d'ouverture ou de fermeture ou être actionnable entre une position de fermeture ou d'ouverture.

[0086] Un autre mode de réalisation de la présente invention consiste à dimensionner une connexion entre le premier conduit 4 et le deuxième conduit 6, cette connexion étant
20 passive et existant en permanence. Cette connexion peut être dimensionnée pour maximiser la capacité à faire recirculer des gaz brûlés dans la chambre de combustion du cylindre ou de chaque cylindre, ceci notamment en charges partielles relativement faibles comme précédemment mentionné et à minimiser les pertes de performances quand la vanne de régulation rapide est fermée.

25 [0087] La vanne de régulation 13 est dite rapide car pouvant s'ouvrir durant la plage d'ouverture de la ou de chaque soupape d'échappement 19a durant un cycle moteur, ce qui exige un actionnement très rapide de la vanne de régulation 13, par exemple de l'ordre du temps d'un cycle moteur divisé par le nombre de cylindres (10 ms sur un moteur équipé de trois cylindres).

30 [0088] Son fonctionnement ne s'apparente donc pas au fonctionnement de n'importe quelle vanne de régulation intégrée dans le deuxième conduit 6 qui ne suit pas les phases d'échappement pour son ouverture ou fermeture. Une telle vanne de régulation selon l'état de la technique pouvait être ouverte ou fermée sans nécessiter l'association avec un

actionneur rapide comme le requiert une vanne de régulation rapide 13 utilisée dans la présente invention. Au contraire dans la présente invention, la vanne de régulation rapide 13 est associée à un actionneur rapide mécanique, hydraulique, électrique ou électromagnétique.

- 5 [0089] La vanne de régulation rapide 13 selon la présente invention peut présenter n'importe quelle forme appropriée, par exemple sans que cela soit limitatif une forme de soupape à boisseau.

[0090] L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples.

Revendications :

1. Procédé de commande d'un échappement d'un ensemble moteur (1) thermique d'un véhicule automobile comprenant un système d'échappement logeant une turbine (2) d'un turbocompresseur, le moteur comprenant au moins un cylindre logeant un piston relié à un vilebrequin en rotation, une pleine charge du moteur en fonction du régime moteur étant déterminée spécifiquement pour le moteur thermique, ledit au moins un cylindre présentant un passage d'entrée muni d'une soupape d'admission et des premier et deuxième passages de sortie débouchant dans le système d'échappement munis respectivement d'une première et d'une deuxième soupapes d'échappement (19, 19a) prenant des positions d'ouverture ou de fermeture de leur passage associé selon un angle de rotation du vilebrequin, l'ouverture du deuxième passage étant déphasée par rapport à l'ouverture du premier passage, l'échappement présentant des premier et deuxième flux des gaz en sortie du moteur, un premier flux par turbine provenant du premier passage traversant la turbine (2) logeant une roue de récupération partielle d'une énergie contenue dans les gaz et un deuxième flux de décharge provenant du deuxième passage rejoignant le premier flux en aval de la roue en la contournant, une durée d'ouverture commune de la soupape d'entrée et de la deuxième soupape (19a) prenant place en fin d'une phase d'échappement, caractérisé en ce qu'il est effectué une augmentation forcée de pression du deuxième flux pendant la durée d'ouverture commune pour un retour d'au moins une partie du deuxième flux dans ledit au moins un cylindre pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute ou de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel il est effectué une fermeture du deuxième flux en aval de la deuxième soupape (19a) pendant la durée d'ouverture commune suivie d'une réouverture après une fin de la durée d'ouverture commune, au moins une portion du deuxième flux retournant dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape (19a).
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel il est effectué une introduction d'une partie du premier flux d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes (19, 19a) pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction d'une partie du premier flux, au

moins une portion du deuxième flux et de la partie du premier flux retournant dans ledit au moins un cylindre par le deuxième passage associé à la deuxième soupape (19a).

- 5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans lequel, pour des conditions de pleine charge sous un régime moteur inférieur à 3000 tours par minute, il est effectué seulement la fermeture du deuxième flux en aval de la deuxième soupape (19a) pendant la durée d'ouverture commune ou, pour des conditions de charge partielle du moteur sous une pression moyenne effective de moins de 10^6 Pascals, il est effectué l'introduction d'une partie du premier flux

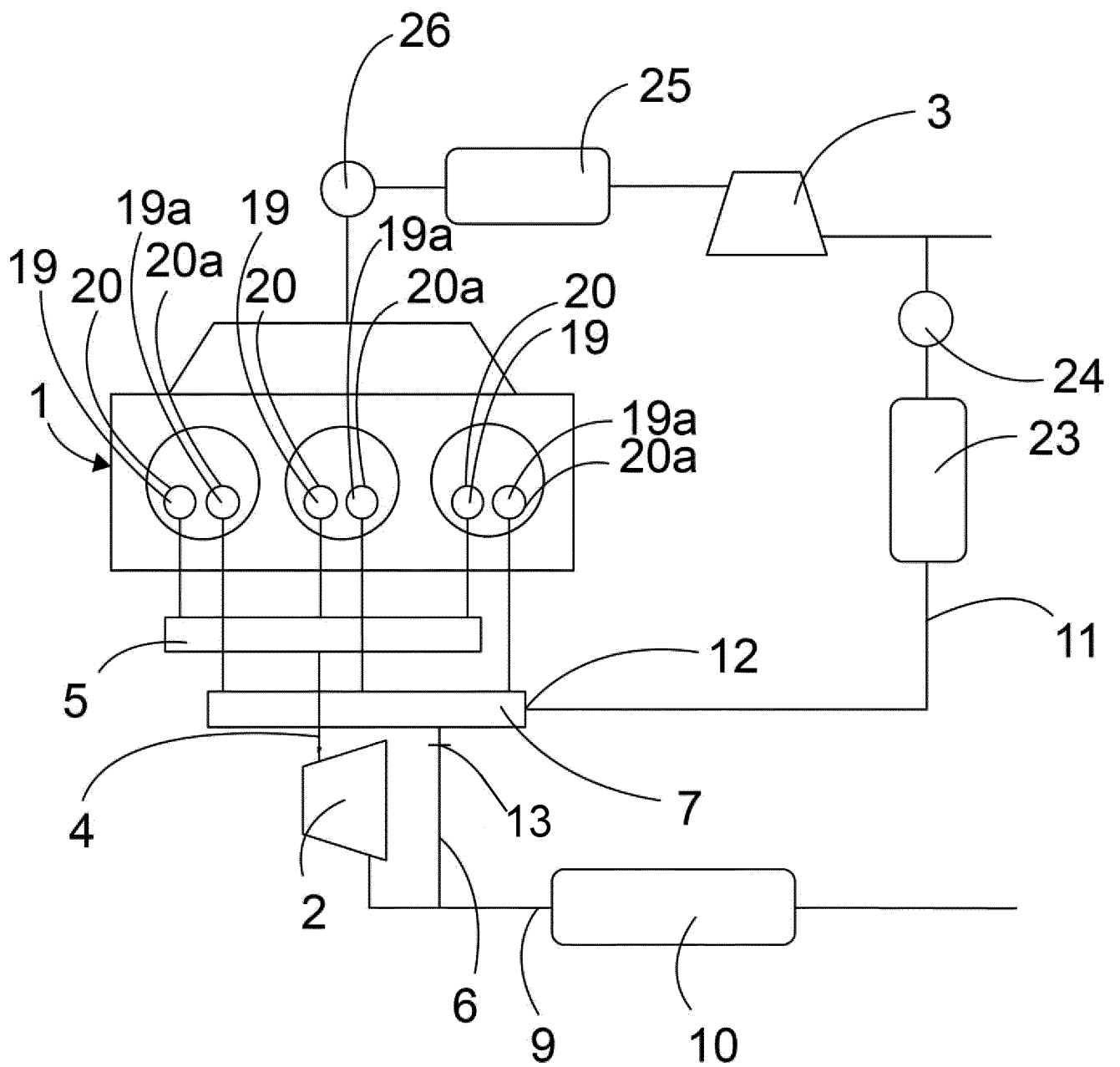
10 d'échappement dans le deuxième flux en aval des première et deuxième soupapes (19, 19a) pendant la durée d'ouverture commune, le deuxième flux étant fermé en aval de l'introduction.
- 15 5. Ensemble moteur (1) comprenant un moteur thermique, un système d'échappement avec une turbine (2) d'un turbocompresseur pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, le système d'échappement étant raccordé au moteur comprenant au moins un cylindre présentant un passage d'entrée muni d'une soupape d'admission et des premier et deuxième passages de sortie pour une évacuation de gaz d'échappement issus de la combustion dans le moteur munis respectivement de première et de deuxième

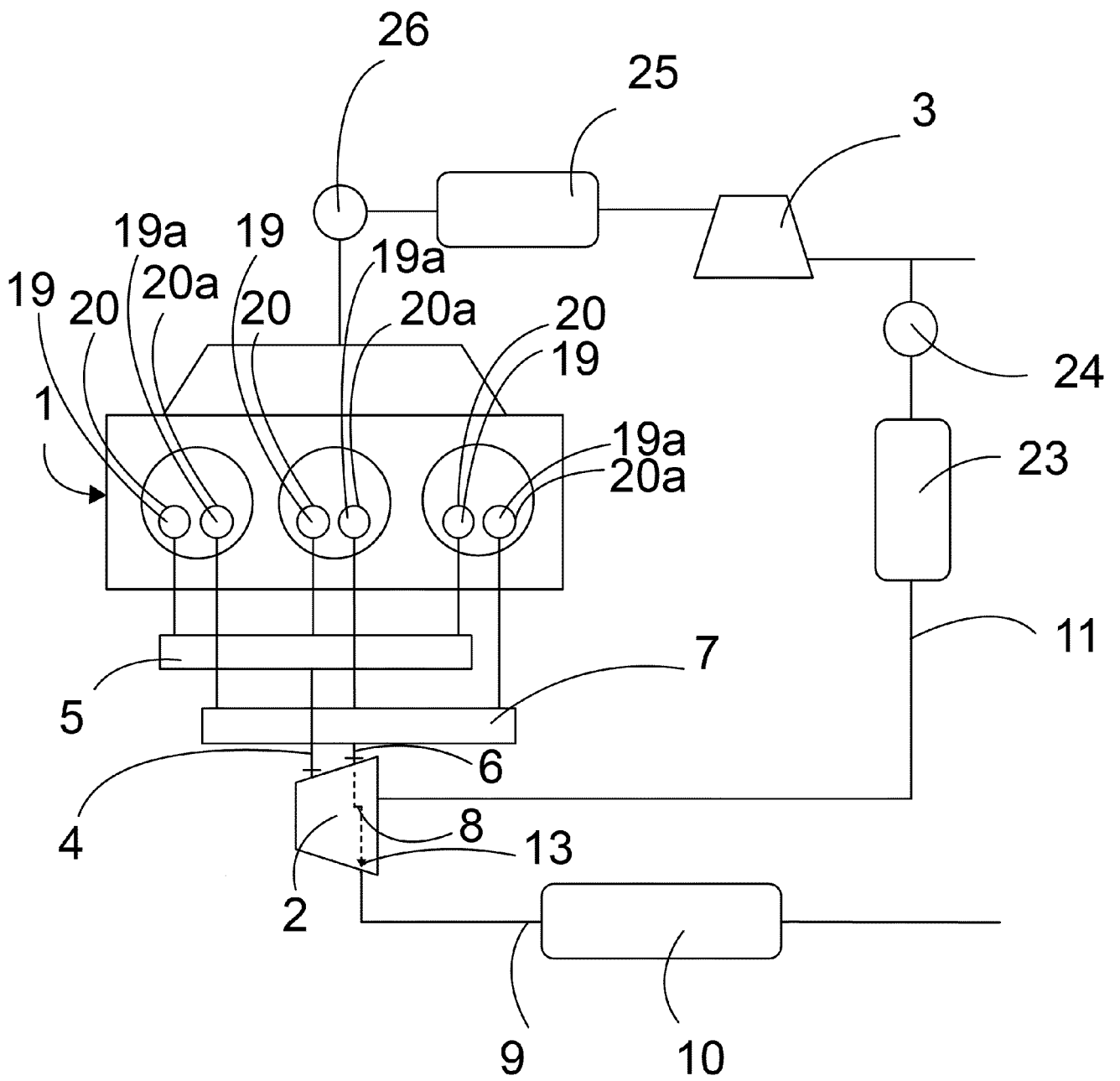
20 soupapes d'échappement (19, 19a) ouvrant le passage associé et l'obturant séquentiellement, le système comprenant un premier conduit (4) d'échappement par la turbine (2) partant de la première soupape (19) et un deuxième conduit (6) de décharge partant de la deuxième soupape (19a), la turbine (2) étant munie en son intérieur d'un passage principal de détente dans lequel est logée une roue de turbine et le premier conduit (4) débouchant dans le passage principal de détente,

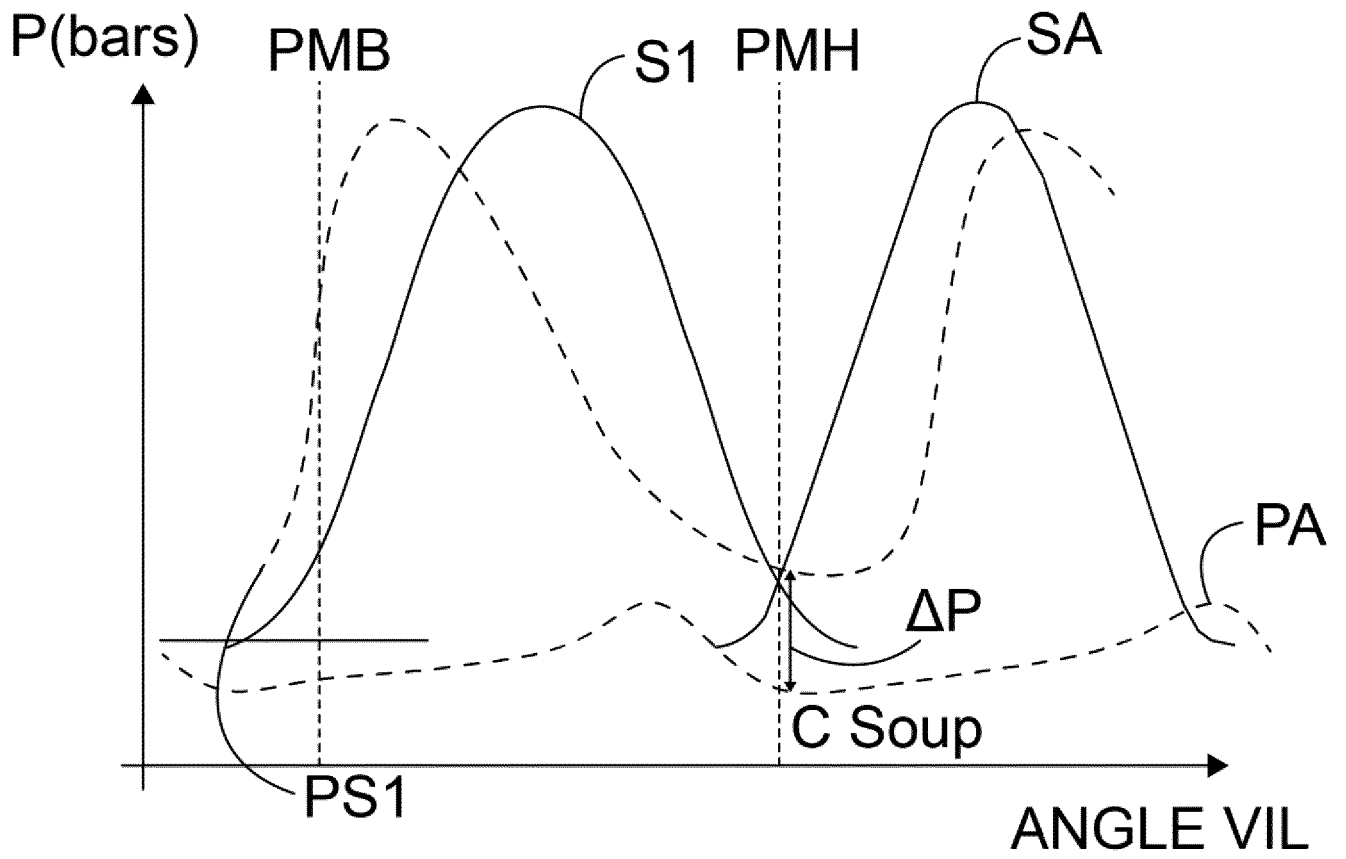
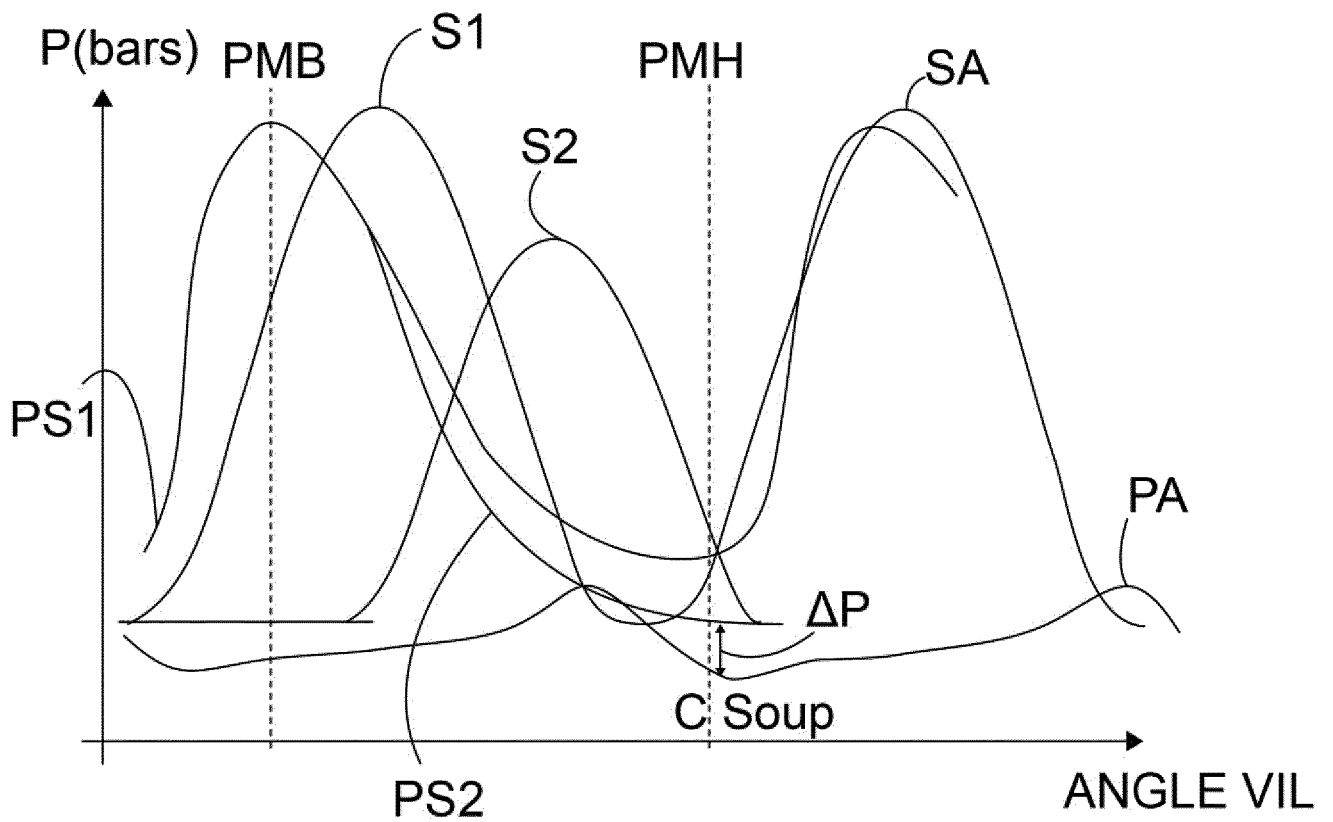
25 le deuxième conduit (6) contournant la roue de la turbine (2), caractérisé en ce que le système d'échappement comprend des moyens d'augmentation forcée d'une pression dans le deuxième conduit (6) pilotés par une unité de commande présentant des moyens de détection d'une ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape (19a) et des moyens d'estimation ou de

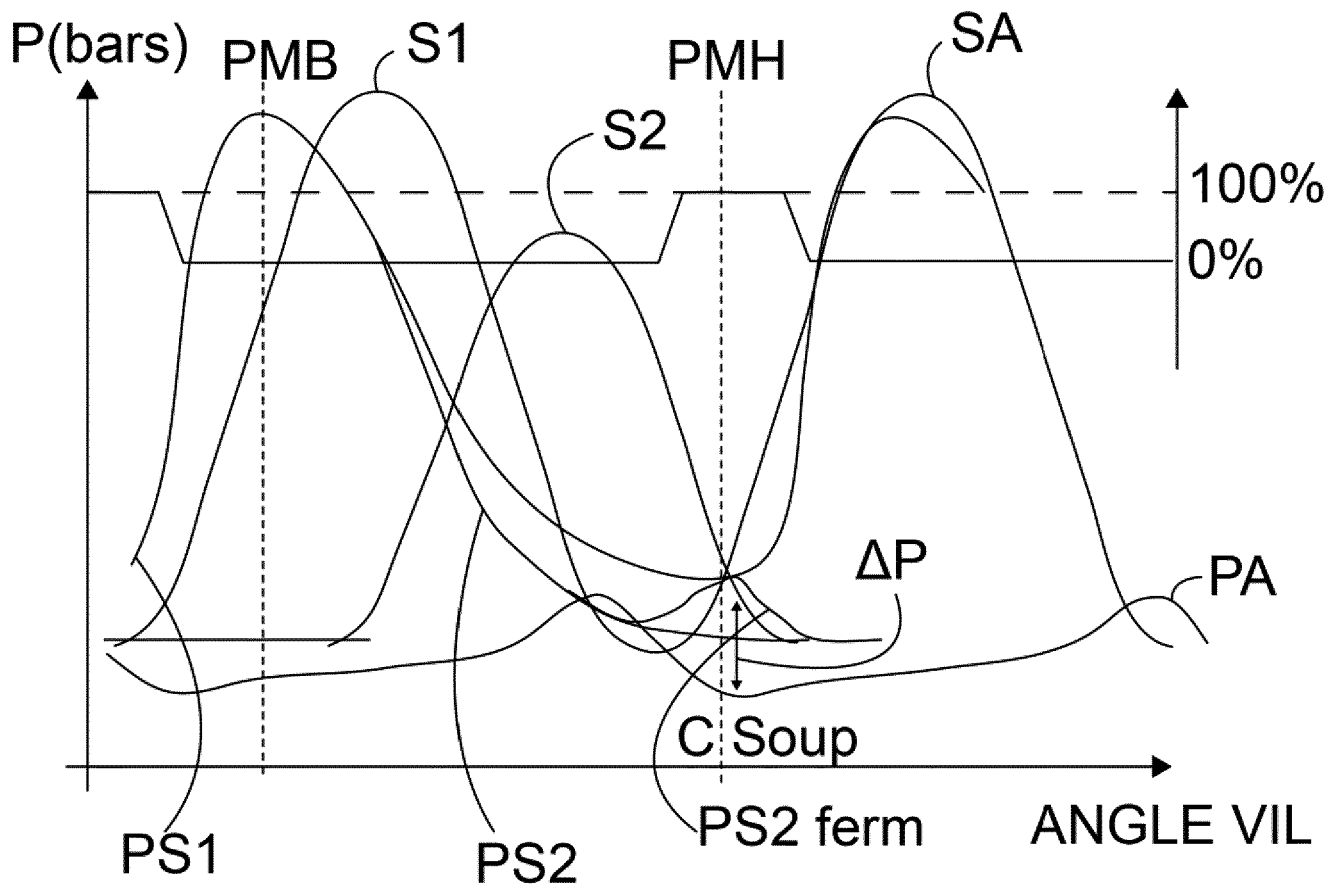
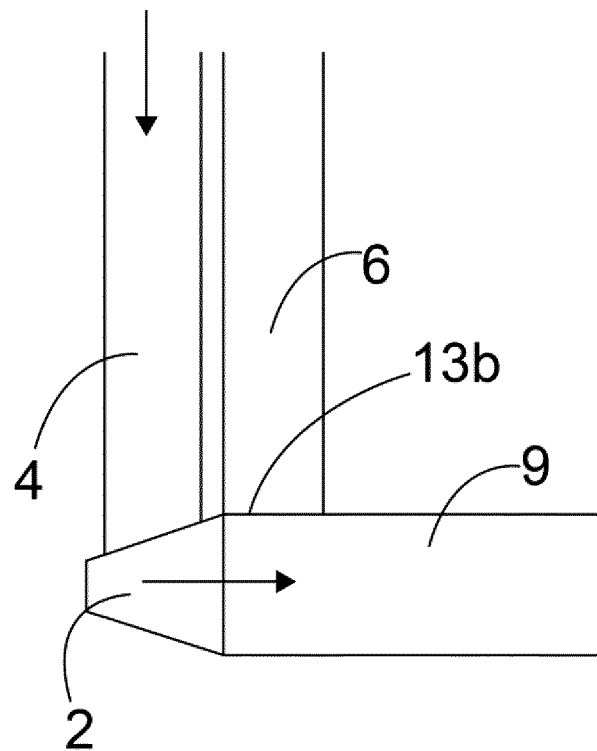
30 mesure d'une pression moyenne effective, d'une charge partielle du moteur thermique (1) et d'un régime moteur.
6. Ensemble moteur (1) selon la revendication précédente, dans lequel le deuxième conduit (6) comprend une vanne de régulation rapide (13) interrompant le flux de

- gaz d'échappement dans le deuxième conduit (6) pendant une ouverture commune de la soupape d'admission et de la deuxième soupape d'échappement (19a), la vanne de régulation rapide (13) étant pilotée par l'unité de commande comportant des moyens d'actionnement de la vanne de régulation rapide (13) pendant cette
- 5 ouverture selon la pression moyenne effective, le régime moteur et la charge partielle étant estimés ou mesurés par les moyens d'estimation.
7. Ensemble moteur (1) selon la revendication précédente, dans lequel la turbine (2) est munie d'un carter l'entourant, le deuxième conduit (6) débouchant dans au moins une portion de dérivation (8) interne au carter contournant le passage
- 10 principal de détente, la vanne de régulation rapide (13) étant logée dans le carter ou le deuxième conduit (6) comprend un tronçon en dérivation de la turbine (2), la vanne de régulation rapide (13) étant portée par ce tronçon en dérivation.
8. Ensemble moteur (1) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel la vanne de régulation rapide (13) est une vanne trois
- 15 voies et le deuxième conduit (6) présente un piquage sur le premier conduit (6), avec une première position de fermeture du deuxième conduit (6) maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit (4) par obturation du piquage, une deuxième position d'une communication du premier conduit (4) dans le deuxième conduit (6) et passage d'un flux partiel de gaz
- 20 d'échappement du premier conduit (4) au deuxième conduit (6) par ouverture du piquage, le deuxième conduit (6) étant fermé en aval de la communication entre premier et deuxième conduits (4, 6) et une troisième position d'ouverture du deuxième conduit (6) maintenu étanche par rapport à un flux de gaz en provenance du premier conduit (4), le piquage étant obturé.
- 25 9. Ensemble moteur (1) selon la revendication 5, dans lequel le premier passage est relié à un premier collecteur (5) d'échappement tandis que le deuxième passage de sortie est relié à un deuxième collecteur (7) d'échappement, le premier conduit (4) partant du premier collecteur (5) et le deuxième conduit (6) partant du deuxième collecteur (7), le système d'échappement comprenant un canal de fuite du premier collecteur (6) vers le deuxième collecteur (7), l'unité de commande comportant des
- 30 moyens d'actionnement ouvrant ou fermant un clapet dans le canal de fuite selon la pression moyenne effective, la charge partielle et le régime du moteur estimés ou mesurés par les moyens d'estimation.

**FIG. 1**

**FIG. 2**

**FIG. 3****FIG. 4**

**FIG. 5****FIG. 6a**

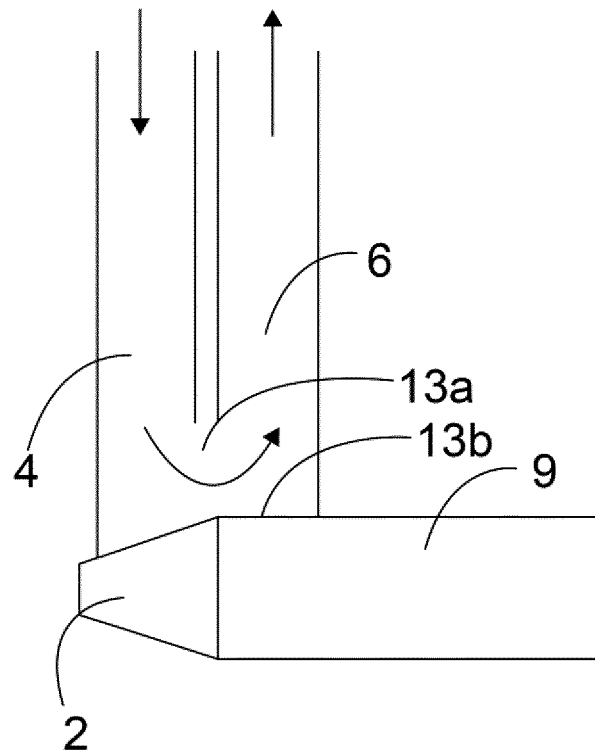


FIG. 6b

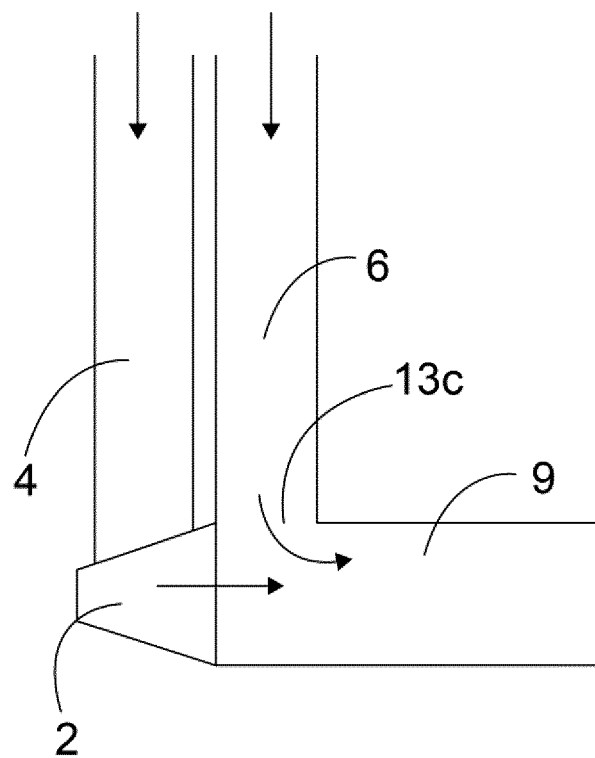
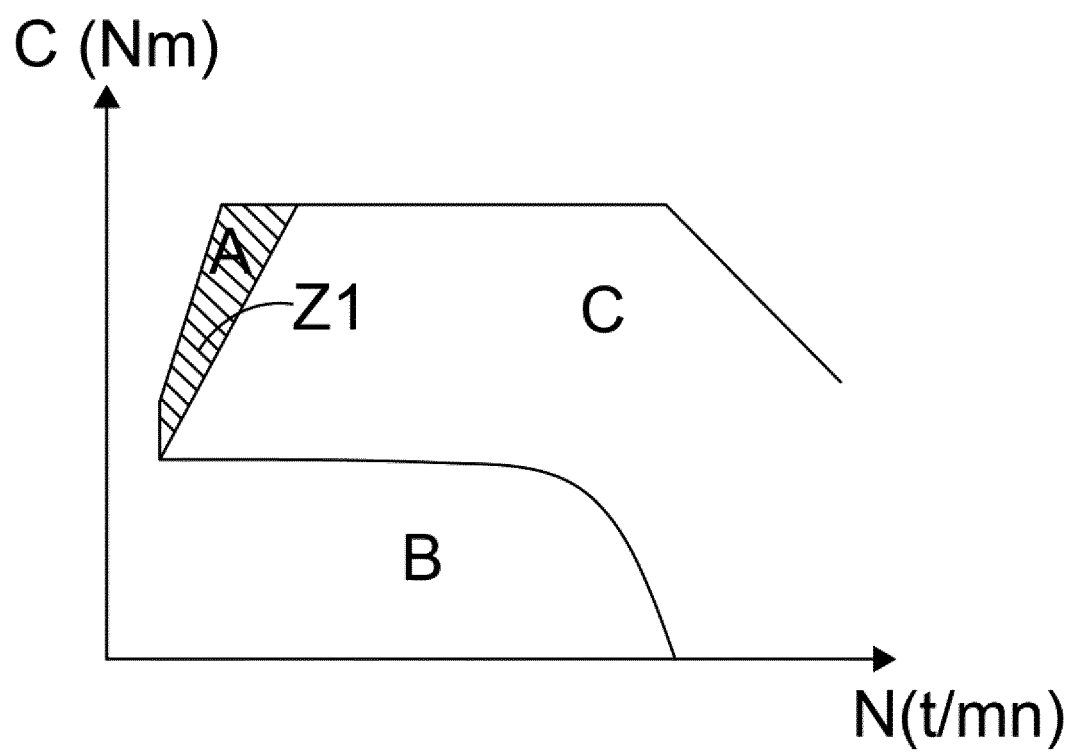


FIG. 6c

**FIG. 7**

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

NEANT

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

WO 2009/105463 A2 (BORGWARNER INC [US]; ROTH DAVID B [US]) 27 août 2009 (2009-08-27)

GB 2 334 754 A (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 1 septembre 1999 (1999-09-01)

US 2012/096856 A1 (RUTSCHMANN ERWIN [DE] ET AL) 26 avril 2012 (2012-04-26)

FR 3 032 486 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 12 août 2016 (2016-08-12)

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

NEANT