

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

①1 N° de publication :

**3 085 439**

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

②1 N° d'enregistrement national :

**18 57782**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 02 D 23/00** (2018.01), F 02 B 25/02, F 02 B 29/00,  
F 02 B 37/00, F 02 M 35/10, F 02 M 35/104

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 DISPOSITIF ET SYSTEME DE CONTROLE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE AVEC  
DOUBLE ADMISSION ET BALAYAGE.

②2 Date de dépôt : 30.08.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 06.03.20 Bulletin 20/10.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 16.07.21 Bulletin 21/28.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *IFP ENERGIES NOUVELLES*  
*Etablissement public — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *COLLIOU THIERRY, VENTURI*  
*STEPHANE et WALTER BRUNO.*

⑦3 Titulaire(s) : *IFP ENERGIES NOUVELLES*  
*Etablissement public.*

⑦4 Mandataire(s) :

**FR 3 085 439 - B1**



La présente invention concerne le domaine du contrôle de l'admission de gaz d'un moteur à combustion interne.

5 Comme cela est largement connu, la puissance délivrée par un moteur à combustion interne est dépendante de la quantité d'air introduite dans la chambre de combustion de ce moteur, quantité d'air qui est elle-même proportionnelle à la densité de cet air.

10 Ainsi, il est habituel d'augmenter cette quantité d'air au moyen d'une compression de l'air extérieur avant qu'il ne soit admis dans cette chambre de combustion. Cette opération, appelée suralimentation, peut être réalisée par tous moyens, tel qu'un turbocompresseur ou un compresseur entraîné, qui peut être centrifuge ou volumétrique.

15 Dans le cas d'une suralimentation par un turbocompresseur, ce dernier comprend une turbine rotative, à simple flux ou à double flux, reliée par un axe à un compresseur rotatif. Les gaz d'échappement issus du moteur traversent la turbine qui est alors entraînée en rotation. Cette rotation est ensuite transmise au compresseur qui, de par sa rotation, comprime l'air extérieur avant qu'il ne soit introduit dans la chambre de combustion.

20 Toutefois, la suralimentation nécessite une puissance importante sur toute la durée de l'admission pour compresser le gaz à l'admission.

25 Afin d'améliorer les performances d'un moteur à combustion interne, des systèmes de suralimentation à double étage ont été développés. Les demandes de brevet FR 2995354, FR 2995355 et FR 2998924 décrivent des exemples de procédé de commande d'un moteur à combustion interne équipé d'une double suralimentation. Bien que donnant satisfaction, ces systèmes restent onéreux, complexes et nécessitent une puissance importante pour compresser le gaz à l'admission.

30 D'autres systèmes et procédés de contrôle de l'admission de gaz ont été développés dans le but d'améliorer les performances du moteur à combustion interne.

35 Par exemple, la demande de brevet FR3015578 (US2016348573) utilise un double répartiteur (plénum d'admission) et un compresseur électrique pour faire varier rapidement l'aérodynamique des gaz. En effet, le moteur à combustion interne peut être alimenté soit par un unique plénum, soit par les deux simultanément. La mise en œuvre de cette technologie est basée sur une vanne qui est commandée de manière lente (cette vanne ne permet pas une ouverture en cours de cycle). De plus, cette technologie nécessite également une puissance importante pour compresser le gaz.

Une autre solution repose sur le contrôle de l'actionnement de la soupape d'admission pour augmenter la cinétique des gaz introduits dans le cylindre. Une telle technologie est décrite notamment dans la demande de brevet WO12085450. Cette solution peut être complexe à mettre en œuvre.

5 Le brevet US6776144 décrit quant-à-lui un moteur à cinq temps, avec un temps de recyclage du mélange carburé. Une telle solution est complexe et encombrante.

La demande de brevet WO 94/15080 décrit un moteur quatre temps dont la phase d'admission s'effectue en deux phases. Une première phase d'admission atmosphérique durant laquelle l'air entre par un orifice localisé dans la culasse. Et une seconde phase d'alimentation du cylindre alimenté par une réserve sous pression, au travers d'une lumière (type moteur deux temps) localisée en partie basse du cylindre. Le volume d'air sous pression utilisé durant la seconde phase est mis sous pression par les deux cycles de compression du carter du cycle quatre temps. Une telle solution est complexe et encombrante.

15

Afin de pallier ces inconvénients, la présente invention concerne un dispositif et un procédé de contrôle de l'admission d'un cylindre d'un moteur à combustion interne. Le cylindre est relié à deux entrées de gaz, une première entrée de gaz à une première pression, et une deuxième entrée de gaz à une deuxième pression supérieure à la première pression. Le dispositif et procédé contrôlent l'admission de gaz dans le cylindre par admission d'abord du gaz issu de la première entrée de gaz, puis par admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz. En outre, le dispositif et le procédé contrôlent le passage de gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement. Ainsi, il est possible d'obtenir, de manière simple et peu encombrante, une pression dans le cylindre à la fin de la phase d'admission qui est proche de la deuxième pression, sans avoir à réaliser uniquement une admission d'un gaz à cette deuxième pression pendant toute la durée de la phase d'admission. De cette manière, le moteur à combustion fonctionne comme un moteur à combustion interne suralimenté et permet ainsi d'augmenter la puissance délivrée par le moteur à combustion interne par rapport à un moteur à combustion interne sans suralimentation. De plus, en ayant besoin d'une quantité plus limitée de gaz à la deuxième pression, il est possible de réduire la puissance nécessaire pour la compression du gaz. En outre, le passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement permet, lorsque le moteur est équipé d'un turbocompresseur, d'augmenter la vitesse de rotation de la turbine et par conséquent celle du compresseur, ce qui permet d'augmenter la pression de la première ou de la deuxième entrée de gaz. Ainsi, grâce aux deux admissions, les performances du moteur à combustion interne sont améliorées.

### **Le dispositif et le procédé selon l'invention**

L'invention concerne un dispositif de contrôle de la quantité de gaz introduit à l'admission d'un moteur à combustion interne, ledit moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre équipé d'un piston, d'au moins une soupape d'admission, d'au moins  
5 une soupape d'échappement, d'une première entrée de gaz à une première pression P1, d'une deuxième entrée de gaz à une deuxième pression P2 strictement supérieure à ladite première pression P1, d'un conduit d'échappement, lesdites première et deuxième entrées de gaz étant reliées à au moins une soupape d'admission, et ladite soupape d'échappement étant disposée dans ledit conduit d'échappement. Ledit dispositif de contrôle commande le  
10 passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers ledit conduit d'échappement, et en ce que ledit dispositif de contrôle commande l'admission de gaz au sein dudit cylindre par admission de gaz issu de ladite première entrée de gaz, suivi par une admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz avec un retard prédéterminé pendant la phase d'admission.

15

Selon un mode de réalisation de l'invention, ledit moteur à combustion interne comporte un turbocompresseur, ledit turbocompresseur comprenant une turbine placée sur ledit conduit d'échappement.

Avantageusement, ledit turbocompresseur comprend un compresseur associé à ladite  
20 deuxième entrée de gaz.

Conformément à une mise en œuvre, ledit dispositif de contrôle commande le passage du gaz de ladite deuxième entrée de gaz vers ledit conduit d'échappement par un contrôle de l'ouverture desdites soupapes d'admission et d'échappement, notamment par le contrôle d'une ouverture simultanée d'au moins une desdites soupapes d'admission et  
25 d'échappement.

Selon un aspect, ledit dispositif de contrôle commande le passage du gaz de ladite deuxième entrée de gaz vers ledit conduit d'échappement par une vanne commandée placée sur un conduit intermédiaire qui relie ladite deuxième entrée de gaz et ledit conduit d'échappement.

30 Selon une caractéristique, ledit dispositif comporte un moyen de stockage de gaz à ladite deuxième pression P2 relié à ladite deuxième entrée de gaz.

De manière avantageuse, ladite première pression P1 correspond sensiblement à la pression atmosphérique.

Conformément à un mode de réalisation, ledit dispositif de contrôle admet dans ledit  
35 cylindre le gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz jusqu'à la fin de la phase d'admission.

Selon une mise en œuvre, ledit dispositif de contrôle retarde l'admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz par rapport à l'admission de gaz issu de ladite première

entrée de gaz d'un temps correspondant entre 20 et 80% de la durée de la phase d'admission.

Conformément à un aspect, ledit moteur à combustion interne comprend un collecteur d'admission relié auxdites première et deuxième entrées de gaz et distribuant le gaz dans ledit cylindre au moyen de ladite soupape d'admission.

De préférence, ledit dispositif de contrôle comporte une vanne disposée sur ladite deuxième entrée de gaz ou une vanne disposée sur la connexion entre lesdites première et deuxième entrées de gaz.

Alternativement, ledit cylindre comporte deux soupapes d'admission, chaque soupape d'admission étant reliée à l'une desdites première et deuxième entrées de gaz.

Avantageusement, ledit dispositif de contrôle commande l'admission par ouverture de la soupape d'admission reliée à ladite deuxième entrée de gaz pendant l'ouverture de la soupape d'admission reliée à ladite première entrée de gaz.

En variante, ledit dispositif de contrôle commande l'admission par ouverture successive desdites deux soupapes d'admission.

Selon un mode de réalisation, ladite première entrée de gaz comporte un clapet anti-retour.

En outre, l'invention concerne un procédé de contrôle de la quantité d'air introduit à l'admission d'un moteur à combustion interne, ledit moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre équipé d'un piston, d'au moins une soupape d'admission, d'au moins une soupape d'échappement, d'une première entrée de gaz à une première pression P1, d'une deuxième entrée de gaz à une deuxième pression P2 supérieure à ladite première pression P1, d'un conduit d'échappement, lesdites première et deuxième entrées de gaz étant reliées à au moins une soupape d'admission, et ladite soupape d'échappement étant disposée dans ledit conduit d'échappement. On contrôle l'admission de gaz au sein dudit cylindre par admission de gaz issu de ladite première entrée de gaz, suivi par une admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz avec un retard prédéterminé pendant la phase d'admission, et en ce que l'on contrôle le passage de gaz de ladite deuxième entrée de gaz vers ledit conduit d'échappement.

Conformément à une mise en œuvre, ledit procédé de contrôle met en œuvre le dispositif de contrôle selon l'une des caractéristiques précédentes.

## Présentation succincte des figures

D'autres caractéristiques et avantages du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisations, en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

5 La figure 1 illustre la pression dans un cylindre lors d'une admission sans suralimentation selon l'art antérieur.

La figure 2 illustre la pression dans un cylindre lors d'une admission avec suralimentation selon l'art antérieur.

10 La figure 3 illustre la pression dans un cylindre lors d'une admission au moyen du dispositif ou du procédé de contrôle selon l'invention.

Les figures 4a et 4b illustrent deux exemples d'un premier mode de réalisation de l'invention.

Les figures 5a et 5b illustrent deux d'exemples d'une variante du premier mode de réalisation de l'invention.

15 La figure 6 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 7 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 8 illustre une variante du troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 9 illustre une première mise en œuvre de l'ouverture des soupapes d'admission pour le troisième mode de réalisation de l'invention.

20 La figure 10 illustre une deuxième mise en œuvre de l'ouverture des soupapes d'admission pour le troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 11 illustre une variante du troisième mode de réalisation de l'invention, pour lequel le moteur à combustion interne est équipé d'un turbocompresseur.

## 25 Description détaillée de l'invention

La présente invention concerne un dispositif de contrôle et un procédé de contrôle de l'admission d'un moteur à combustion interne. Le dispositif et le procédé de contrôle sont prévus pour contrôler la quantité de gaz introduit à l'admission d'un moteur à combustion interne.

30 Les moteurs à combustion interne concernés par la présente invention peuvent être notamment les moteurs essence, Diesel, gaz, éthanol. Ils peuvent être à injection directe ou indirecte. Ils peuvent être employés pour une application embarquée (par exemple domaine automobile, poids lourds, deux-roues, aéronautique, etc.) ou pour une application stationnaire (par exemple groupe électrogène).

De manière classique, le moteur à combustion interne comporte au moins un cylindre qui délimite une chambre de combustion, et qui est équipé d' :

- un piston, qui a un mouvement de translation rectiligne, et qui génère une rotation d'un vilebrequin,
- 5 - au moins une soupape d'admission pour l'admission d'un gaz dans le cylindre, la soupape d'admission étant située dans la culasse du moteur à combustion interne,
- au moins une soupape d'échappement pour l'échappement des gaz après la combustion dans le cylindre, la soupape d'échappement étant située dans la
- 10 culasse du moteur à combustion interne,
- un conduit d'échappement, dans lequel est disposée la soupape d'échappement.

Selon l'invention, le moteur à combustion interne comporte en outre :

- une première entrée de gaz (arrivée de gaz), le gaz étant à une première pression
- 15 P1,
- une deuxième entrée de gaz (arrivée de gaz), le gaz étant à une deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1, au moins pendant l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz.

Chacune des entrées de gaz est reliée à au moins une soupape d'admission.

- 20 Les première et deuxième entrées de gaz peuvent prendre la forme d'un conduit dans lequel circule le gaz à leurs pressions respectives.

Le gaz concerné peut comprendre de l'air, un mélange d'air et de carburant, un mélange d'air et de gaz brûlés, ou un mélange d'air, de carburant et de gaz brûlés.

- 25 Pour ce moteur à combustion interne, le dispositif et le procédé de contrôle, selon l'invention, commandent :

- le passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers l'échappement, et
- la phase d'admission par deux étapes d'admission : on débute par l'admission du
- 30 gaz issu de la première entrée de gaz, puis on poursuit par l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz plus tardivement, avec un retard prédéterminé, durant la phase d'admission.

- On appelle phase d'admission, un temps du moteur à combustion interne. S'il s'agit d'un moteur quatre temps, il s'agit du temps entre l'échappement et la compression. Pendant
- 35 la phase d'admission, le piston descend de son point mort haut à son point mort bas.

La commande de passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement, permet l'injection dans la ligne d'échappement, d'un gaz de pression plus

élevée (généralement la pression moyenne de la deuxième pression est supérieure à la pression moyenne de la pression des gaz d'échappement). Ainsi, le débit dans la ligne d'échappement est plus élevée. Le passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers l'échappement peut être prévu lorsqu'il est nécessaire d'augmenter le débit dans le compresseur pour s'écarter de la zone de pompage, ou pour toute autre raison comme le gain en rendement de la boucle de suralimentation, la nécessité de diluer l'échappement pour par exemple le refroidir, etc.

L'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz, permet de remplir le cylindre avec un gaz ayant une pression  $P_2$  supérieure à la pression  $P_1$ . Ainsi la quantité de gaz (masse de gaz) dans le cylindre est élevée, et peut correspondre à la quantité d'air qui serait obtenue dans le cas d'un moteur à combustion interne suralimenté. Ce résultat peut être atteint sans avoir à fournir une admission d'un gaz à la pression  $P_2$  sur toute la durée de la phase d'admission. Ainsi, la puissance nécessaire pour obtenir cette quantité de gaz dans le cylindre est inférieure à celle utilisée pour un moteur à combustion interne suralimenté. Les performances du moteur à combustion interne s'en retrouvent améliorées.

Le procédé selon l'invention est particulièrement adapté pour les faibles vitesses de rotation, pour lesquels les débits traversant le moteur sont faibles, et notamment les débits provenant de  $P_2$ .

Les figures 1 à 3 permettent d'expliquer le fonctionnement général de l'invention, et ses avantages par rapport à l'art antérieur. Ces courbes illustrent schématiquement et de manière non limitative, la pression  $P$  du gaz à l'admission en fonction du temps  $t$ , durant la phase d'admission (entre le point mort haut admission PMH, et le point mort bas admission PMB).

La figure 1 correspond à la courbe de pression  $P$  d'un moteur à combustion interne sans suralimentation selon l'art antérieur. Dans ce cas, durant toute la phase d'admission, la pression d'admission reste à la pression  $P_1$ . Dans ce cas, la puissance délivrée par le moteur à combustion interne n'est pas optimale.

La figure 2 correspond à la courbe de pression  $P$  d'un moteur à combustion interne avec suralimentation selon l'art antérieur. Dans ce cas, durant toute la phase d'admission, la pression d'admission reste à la pression  $P_2$  (supérieure à la pression  $P_1$ ). Dans ce cas, la puissance délivrée par le moteur à combustion interne est supérieure à la puissance délivrée par le moteur à combustion interne sans suralimentation de la figure 1, car la quantité de gaz dans le cylindre est plus importante.

La figure 3 correspond à la courbe de pression  $P$  d'un moteur à combustion interne contrôlé par le procédé de contrôle selon un mode de réalisation de l'invention. Durant la première partie de l'admission, entre le point mort haut admission PMH et l'instant  $T$



(correspondant au moment de l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz), seul le gaz issu de la première entrée de gaz à la pression  $P_1$  est admis dans le cylindre. Durant la deuxième partie de l'admission, entre l'instant  $T$  et le point mort bas admission PMB, le gaz issu de la deuxième entrée de gaz à la pression  $P_2$  est admis dans le cylindre. Ainsi, à la fin de la phase d'admission, la pression du gaz à l'admission  $P$  est proche de la pression  $P_2$ . Ainsi, la puissance délivrée par le moteur à combustion interne est identique à la puissance à combustion interne avec suralimentation de la figure 2. De plus, étant donné qu'il n'est pas nécessaire de fournir une quantité de gaz à la pression  $P_2$  pendant toute la durée de la phase d'admission, la quantité de puissance nécessaire pour l'admission est réduite, augmentant ainsi les performances du moteur à combustion interne.

Selon un aspect de l'invention, on peut générer la deuxième pression  $P_2$  de la deuxième entrée de gaz au moyen d'un système de compression relié à la deuxième entrée de gaz. Par exemple, le système de compression peut être un dispositif de turbocompression (turbocompresseur), ou un compresseur entraîné, notamment un compresseur électrique ou mécanique. Ce mode de réalisation permet une adaptation aisée à un moteur à combustion interne suralimenté.

Alternativement, le gaz à la pression  $P_2$  peut être stocké dans un moyen de stockage de gaz (par exemple un réservoir de gaz comprimé), qui est relié à la deuxième entrée de gaz. Cette configuration permet de se passer d'un système de compression.

Avantageusement, la première pression  $P_1$  peut correspondre sensiblement à la pression atmosphérique. Cette configuration permet une simplicité de conception du moteur à combustion interne.

En variante, la première pression  $P_1$  peut être supérieure à la pression atmosphérique. Par exemple, la première pression  $P_1$  peut être obtenue par un système de compression. Dans ce cas, la deuxième pression  $P_2$  peut alors être obtenue par le deuxième étage d'un double système de compression. Cette mise en œuvre, permet d'augmenter la quantité de gaz dans le cylindre, et par conséquent la puissance délivrée par le moteur à combustion interne.

Pour le mode de réalisation pour lequel le moteur à combustion interne est équipé d'un dispositif de turbocompression, la turbine du turbocompresseur est placée dans le conduit d'échappement. Ainsi, le turbocompresseur permet de générer une pression élevée pour l'une des entrées de gaz. De plus, grâce au passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement, la vitesse de rotation de la turbine et par conséquent la vitesse de rotation du compresseur sont plus élevées (le compresseur et la turbine sont

mécaniquement liés au sein du turbocompresseur), ce qui permet une compression plus importante.

5 Selon un premier exemple de réalisation de cette mise en œuvre de l'invention, le compresseur du turbocompresseur peut être associé avec la deuxième entrée de gaz. Ainsi, grâce à l'augmentation du débit (due au passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz dans le conduit d'échappement), la pression P2 est augmentée par rapport notamment à la pression atmosphérique, ce qui permet une meilleure utilisation du compresseur. Il en résulte une amélioration des performances du moteur à combustion interne.

10 Selon un exemple de réalisation, la première pression P1 est comprise entre 0.1 et 0.2 MPa, et la deuxième pression P2 est comprise entre 0.11 et 0.5 MPa.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, on peut admettre dans le cylindre le gaz issu de la deuxième entrée de gaz jusqu'à la fin de la phase d'admission (jusqu'au point mort bas admission). Ce mode de réalisation permet de garantir la quantité d'air présente dans le cylindre à la fin de la phase d'admission.

20 Conformément à une mise en œuvre de l'invention, on peut retarder l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz par rapport à l'admission du gaz issu de la première entrée de gaz d'un temps (retard prédéterminé) correspondant entre 20 et 80 % de la durée de la phase d'admission. Un tel retard assure un compromis entre la quantité de gaz dans le cylindre à la fin de la phase d'admission, et la puissance utilisée pour cette phase d'admission.

25 De préférence, le retard peut être prédéterminé en fonction du point de fonctionnement du moteur à combustion interne et de manière à minimiser la puissance nécessaire pour l'introduction du mélange gazeux dans le cylindre durant la phase d'admission.

30 De manière avantageuse, on peut débiter l'admission du gaz issu de la première entrée de gaz au début de la phase d'admission. Ainsi, l'admission de gaz se déroule pendant toute la durée de la phase d'admission.

Selon une première variante de réalisation, on peut terminer l'admission du gaz issu de la première entrée de gaz à la fin de la phase d'admission, par exemple simultanément à la fin de l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz.

35 Selon une deuxième variante de réalisation, on peut terminer l'admission du gaz issu de la première entrée de gaz avant ou pendant le début de l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz.

Conformément à une mise en œuvre de l'invention, on peut empêcher le gaz issu de la deuxième entrée de gaz de pénétrer dans la première entrée de gaz au moyen d'un clapet anti retour disposé sur la première entrée de gaz.

5 En outre, le cylindre peut comprendre une seule soupape d'admission. Dans ce cas, les deux entrées de gaz sont reliées à cette soupape d'admission.

Alternativement, le cylindre peut comprendre au moins deux soupapes d'admission.

10 Selon un aspect de l'invention, on peut collecter le gaz issu des deux entrées de gaz dans un collecteur d'admission. Le collecteur d'admission est disposé entre les deux entrées de gaz et la ou les soupape(s) d'admission, pour distribuer le gaz provenant des deux entrées de gaz dans le cylindre au travers de la (ou des) soupape(s) d'admission.

15 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, on peut contrôler une vanne disposée sur la deuxième entrée de gaz, pour contrôler l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le cylindre au travers du collecteur d'admission. Il peut s'agir d'une vanne deux voies du type tout ou rien. Pour ce mode de réalisation, on ouvre la vanne à partir du retard prédéterminé, la ou les soupape(s) d'admission étant ouverte(s). De préférence, cette vanne n'a pas besoin d'être commandée à l'échelle du cycle du moteur car la pression admission est toujours supérieure à la pression d'échappement dans le cadre de  
20 l'admission en deux phases.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, on peut contrôler une vanne disposée sur la connexion entre les première et deuxième entrées de gaz, pour contrôler l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz vers le cylindre au travers du collecteur d'admission. Il peut s'agir d'une vanne deux voies ou d'une vanne trois voies. Pour  
25 ce mode de réalisation, on ouvre la vanne à partir du retard prédéterminé, la ou les soupape(s) d'admission étant ouverte(s).

Ces deux modes de réalisation présentent l'avantage de nécessiter la commande d'une seule vanne pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention (sans ouvertures dissociées de soupapes d'admission).  
30

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, dans le cas où le cylindre comporte au moins deux soupapes d'admission, chaque soupape d'admission peut être reliée à une unique entrée de gaz. Selon un exemple de réalisation, une première soupape d'admission est reliée à la première entrée de gaz et une deuxième soupape d'admission est  
35 reliée à la deuxième entrée de gaz.

Ce mode de réalisation présente l'avantage de ne pas nécessiter de vanne supplémentaire pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

Une variante de ce troisième mode de réalisation peut consister à ajouter une conduite qui relie la première soupape d'admission à la deuxième entrée de gaz, cette conduite étant équipée d'une vanne commandée, de manière à admettre le gaz issu de la deuxième entrée de gaz de manière homogène dans le cylindre.

5 Pour ce troisième mode de réalisation et sa variante, on peut contrôler l'admission de gaz par ouverture de la deuxième soupape d'admission reliée à la deuxième entrée de gaz pendant l'ouverture de la première soupape d'admission reliée à la première entrée de gaz. Ainsi, pendant une partie de la phase d'admission, les deux soupapes sont ouvertes simultanément. Pour ce mode de réalisation, une boîte à clapets est utilisée ou tout autre  
10 moyen d'obturation contrôlé.

Alternativement, pour ce troisième mode de réalisation et sa variante, on peut contrôler l'admission de gaz par une ouverture successive des deux soupapes d'admission. En d'autres termes, dans un premier temps on ouvre la première soupape d'admission reliée à la première entrée de gaz, et une fois que celle-ci est fermée (ou quasiment fermée), on  
15 ouvre la deuxième soupape d'admission reliée à la deuxième entrée de gaz. Cette alternative permet de se passer d'une boîte à clapets ou de tout moyen d'obturation contrôlé.

Conformément à une mise en œuvre de l'invention, le passage du gaz depuis la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement peut être contrôlé par un contrôle de  
20 l'ouverture des soupapes d'admission et d'échappement de manière à former un balayage des gaz dans le cylindre. Ce passage de gaz des soupapes d'admission vers les soupapes d'échappement peut être réalisé par une superposition de l'ouverture de l'admission et de l'échappement, cette superposition peut être fixe ou variable via un système de déphasage sur les soupapes d'admission ou d'échappement ou les deux. Un tel contrôle permet de  
25 simplifier la conception du moteur à combustion interne (pas d'ajout d'un conduit supplémentaire). Par exemple, ce contrôle peut consister en une ouverture simultanée des soupapes d'admission et d'échappement, de préférence à la fin de la phase d'échappement.

Alternativement, le passage du gaz depuis la deuxième entrée de gaz vers le conduit d'échappement peut être réalisé au moyen d'un conduit intermédiaire qui relie la deuxième  
30 entrée de gaz et le conduit d'échappement. De préférence, une vanne commandée peut être placée sur le conduit intermédiaire. De manière avantageuse, la vanne commandée peut être une vanne proportionnelle ou une vanne pilotée à la fréquence du moteur à combustion interne. Un tel contrôle permet de se passer d'une commande spécifique de l'ouverture des soupapes d'admission et d'échappement. En outre, le principal avantage de la réalisation de  
35 cette conduite externe (par opposition à la commande des soupapes) est que le point de prélèvement du gaz issu de la deuxième entrée de gaz P2 peut être situé en amont ou en aval d'un éventuel système de refroidissement de l'air comprimé.

Les figures 4a et 4b illustrent, schématiquement et de manière non limitative, une première variante du premier mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte une soupape d'admission 2 et une soupape d'échappement 3. En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression P1, et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression P2, avec la deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1. Selon un exemple, la première pression P1 peut être la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 peut provenir d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur (non représenté) ou d'un moyen de stockage de gaz comprimé (non représenté).

La première entrée de gaz 4 et la deuxième entrée de gaz 5 sont reliées à un collecteur d'admission 7. Le collecteur d'admission 7 collecte le gaz d'admission et le transfère vers le cylindre 1 au travers la soupape d'admission 2.

La deuxième entrée de gaz 5 comporte en outre une vanne deux voies 6 commandée pour contrôler l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 vers le cylindre 1. Pour cette première variante de réalisation, la soupape d'admission 2 est ouverte pendant toute la durée de la phase d'admission, et la vanne 6 est ouverte à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission, afin d'obtenir la quantité de gaz désirée dans le cylindre 1.

De plus, la première entrée de gaz 4 comprend un clapet anti-retour 8 qui empêche le gaz à la pression P2 de se diriger vers la première entrée de gaz 4.

Pour le mode de réalisation de la figure 4a, le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande l'ouverture de la soupape d'admission 2 et de la soupape d'échappement 3, ainsi que la vanne 6, de manière à ce que le gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 passe au travers du cylindre 1 vers le conduit d'échappement 9 (sans subir de combustion).

Dans un premier cas d'application de ce mode de réalisation, la vanne 6 restant fermée, l'ouverture avancée des soupapes d'admission va produire ce balayage avec le volume de gaz à la pression P2 emprisonné dans le collecteur 7.

Dans un deuxième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire de la vanne 6 est mise en œuvre en fin de phase d'échappement et une fermeture de cette vanne 6 au début de la phase d'admission.

Dans un troisième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire (dans le cas où la vanne 6 serait fermée avant la fin de la phase d'échappement) de la vanne 6 est mise en œuvre plus ou moins tôt avant le début de la

phase d'admission et se termine au plus tard (pour une efficacité maximale) avant la fin de phase d'échappement.

5 Pour l'alternative de la figure 4b, le moteur à combustion interne comporte en outre un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantagement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9.

10 Les figures 5a et 5b illustrent, schématiquement et de manière non limitative, une deuxième variante du premier mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte deux soupapes d'admission 2 et deux soupapes d'échappement 3. En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression P1, et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression P2, avec la deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1. Selon un exemple, la première pression P1 peut être la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 peut provenir d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur (non représenté) ou d'un moyen de stockage de gaz comprimé (non représenté).

20 La première entrée de gaz 4 et la deuxième entrée de gaz 5 sont reliées à un collecteur d'admission 7. Le collecteur d'admission 7 collecte le gaz d'admission et le transfère vers le cylindre 1 au travers des deux soupapes d'admission 2.

25 La deuxième entrée de gaz 5 comporte en outre une vanne deux voies 6 commandée pour contrôler l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 vers le cylindre 1. Pour cette deuxième variante de réalisation, les soupapes d'admission sont ouvertes pendant toute la durée de la phase d'admission, et la vanne 6 est ouverte à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission, afin d'obtenir la quantité de gaz désirée dans le cylindre 1.

De plus, la première entrée de gaz 4 comprend un clapet anti-retour 8 qui empêche automatiquement le gaz à la pression P2 de se diriger vers la première entrée de gaz 4.

30 Pour le mode de réalisation de la figure 5a, le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande l'ouverture des soupapes d'admission 2 et des soupapes d'échappement 3, ainsi que la vanne 6, de manière à ce que le gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 passe au travers du cylindre 1 vers le conduit d'échappement 9 (sans subir de combustion).

35 Dans un premier cas d'application de ce mode de réalisation, la vanne 6 restant fermée, l'ouverture avancée des soupapes d'admission produit ce balayage avec le volume de gaz à la pression P2 emprisonné dans le collecteur 7.

Dans un deuxième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire de la vanne 6 est mise en œuvre en fin de phase d'échappement et une fermeture de cette vanne 6 au début de la phase d'admission.

5 Dans un troisième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire (dans le cas où la vanne 6 serait fermée avant la fin de la phase d'échappement) de la vanne 6 est mise en œuvre plus ou moins tôt avant le début de la phase d'admission et se termine au plus tard (pour une efficacité maximale) avant la fin de phase d'échappement.

10 Pour l'alternative de la figure 5b, le moteur à combustion interne comporte en outre un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantageusement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou par le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9. La vanne  
15 18 peut être une vanne proportionnelle ou une vanne pilotée à la fréquence du moteur à combustion interne. L'utilisation de la vanne pilotée 18 permet une injection d'air issu de la deuxième entrée de gaz en phase avec le cycle du moteur.

20 La figure 6 illustre, schématiquement et de manière non limitative, un deuxième mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte deux soupapes d'admission 2 et deux soupapes d'échappement 3. En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression P1, et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression P2, avec la deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1. Selon un exemple, la  
25 première pression P1 peut être la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 peut provenir d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur (non représenté) ou d'un moyen de stockage de gaz comprimé (non représenté).

30 La première entrée de gaz 4 et la deuxième entrée de gaz 5 sont reliées à un collecteur d'admission 7. Le collecteur d'admission 7 collecte le gaz d'admission et le transfère vers le cylindre 1 au travers la soupape d'admission 2.

35 Au niveau de la connexion entre la première entrée de gaz 4 et la deuxième entrée de gaz 5 est disposée une vanne trois voies 10 commandée pour contrôler l'admission du gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 vers le cylindre 1. Pour ce deuxième mode de réalisation, la soupape d'admission est ouverte pendant toute la durée de la phase d'admission, et la vanne 10 permet le passage du gaz issu de la première entrée de gaz 4 pendant toute la durée de la phase d'admission, et permet le passage du gaz issu de la

deuxième entrée de gaz 5 à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission, afin d'obtenir la quantité de gaz désirée dans le cylindre 1.

De plus, la première entrée de gaz 4 peut comprendre un clapet anti-retour (non représenté) qui empêche le gaz à la pression P2 de se diriger vers la première entrée de gaz 4.

En outre, le moteur à combustion interne comporte un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantageusement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou par le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9.

Selon une alternative de la figure 6 non représentée, le moteur à combustion interne ne comporte aucun conduit intermédiaire 12 et le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande l'ouverture des soupapes d'admission 2 et des soupapes d'échappement 3, ainsi que la vanne 10, de manière à ce que le gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 passe au travers du cylindre 1 vers le conduit d'échappement 9 (sans subir de combustion).

Dans un premier cas d'application de ce mode de réalisation, la vanne 10 restant fermée, l'ouverture avancée des soupapes d'admission produit ce balayage avec le volume de gaz à la pression P2 emprisonné dans le collecteur 7.

Dans un troisième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire (dans le cas où la vanne 10 serait fermée avant la fin de la phase d'échappement) de la vanne 10 est mise en œuvre plus ou moins tôt avant le début de la phase d'admission et se termine au plus tard (pour une efficacité maximale) avant la fin de phase d'échappement.

Dans un deuxième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire de la vanne 10 est mise en œuvre en fin de phase d'échappement et une fermeture de cette vanne 10 au début de la phase d'admission.

Une variante de réalisation de la figure 6 pourrait consister en un cylindre comportant une seule soupape d'admission. Une autre variante de réalisation de la figure 6 pourrait consister par le remplacement de la vanne trois voies 10 par une vanne deux voies qui relie le collecteur d'admission 7 à une seule des entrées de gaz 4 ou 5.

La figure 7 illustre, schématiquement et de manière non limitative, un troisième mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte deux soupapes d'admission 2 et 2' et deux soupapes d'échappement 3.



En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression P1, et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression P2, avec la deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1. Selon un exemple, la première pression P1 peut être la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 peut provenir d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur (non représenté) ou d'un moyen de stockage de gaz comprimé (non représenté).

La première entrée de gaz 4 est reliée à une première soupape d'admission 2 et la deuxième entrée de gaz 5 est reliée à une deuxième soupape d'admission 2'.

Pour ce troisième mode de réalisation, on contrôle l'ouverture des soupapes d'admission 2 et 2', la soupape d'admission 2' étant ouverte après la soupape d'admission 2 à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission. Des exemples de contrôle de l'ouverture des soupapes d'admission sont illustrés en figures 9 et 10 et seront détaillés dans la suite de la description.

De plus, la première entrée de gaz 4 comprend un clapet anti-retour 8 qui empêche le gaz à la pression P2 de se diriger vers la première entrée de gaz 4.

En outre, le moteur à combustion interne comporte un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantageusement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9.

Selon une alternative de la figure 7 non représentée, le moteur à combustion interne ne comporte aucun conduit intermédiaire 12 et le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande une double ouverture de soupape.

La figure 8 illustre, schématiquement et de manière non limitative, une variante du troisième mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte deux soupapes d'admission 2 et 2' et deux soupapes d'échappement 3. En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression P1, et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression P2, avec la deuxième pression P2 strictement supérieure à la première pression P1. Selon un exemple, la première pression P1 peut être la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 peut provenir d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur (non représenté) ou d'un moyen de stockage de gaz comprimé (non représenté).

La première entrée de gaz 4 est reliée à une première soupape d'admission 2 et la deuxième entrée de gaz est reliée à une deuxième soupape d'admission 2'.

En outre, la deuxième entrée de gaz 5 est reliée à la première entrée de gaz 4 au moyen d'une conduite comprenant une vanne 11.

Pour cette variante du troisième mode de réalisation, on contrôle l'ouverture des soupapes d'admission 2 et 2', ainsi que l'ouverture de la vanne 11. La soupape d'admission 2' est ouverte après la soupape d'admission 2 à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission. De plus, la vanne 11 est ouverte pendant la période pendant laquelle les deux soupapes d'admission 2 et 2' sont ouvertes. Des exemples de contrôle de l'ouverture des soupapes d'admission sont illustrés en figures 9 et 10 et seront détaillés dans la suite de la description.

De plus, la première entrée de gaz 4 comprend un clapet anti-retour 8 qui empêche le gaz à la pression P2 de se diriger vers la première entrée de gaz 4.

En outre, le moteur à combustion interne comporte un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantageusement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9.

Selon une alternative de la figure 8 non représentée, le moteur à combustion interne ne comporte aucun conduit intermédiaire 12 et le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande l'ouverture des soupapes d'admission 2 et 2' et des soupapes d'échappement 3, ainsi que la vanne 11, de manière à ce que le gaz issu de la deuxième entrée de gaz 5 passe au travers du cylindre 1 vers le conduit d'échappement 9 (sans subir de combustion).

Dans un premier cas d'application de ce mode de réalisation, la vanne 11 restant fermée, l'ouverture avancée des soupapes d'admission produit ce balayage avec le volume de gaz à la pression P2 emprisonné dans le collecteur 7.

Dans un deuxième cas d'application de ce mode de réalisation, une ouverture supplémentaire de la vanne 11 est mise en œuvre en fin de phase d'échappement et une fermeture de cette vanne 11 au début de la phase d'admission.

La figure 9 illustre, schématiquement et de manière non limitative, les ouvertures des soupapes d'admission pour le mode de réalisation des figures 7 et 8. Sur cette figure, on représente les courbes des sections S d'ouverture des soupapes 2 (courbe S2) et 2' (courbe S2') en fonction du temps pendant la phase d'admission entre le point mort haut admission PMH et le point mort bas admission PMB. A noter que sur ces figures, les soupapes commencent à s'ouvrir un peu avant le moment indiqué, et se ferment un peu après le moment indiqué. Il s'agit d'une conception classique d'une loi de levée de soupape, pour prendre en compte les phénomènes mécaniques mis en œuvre.

En outre, la vanne 11 permet par une ouverture du type on/off (tout ou rien) ou proportionnelle de revenir à un mode de suralimentations classique associé au motif d'ouverture des soupapes décrite en figure 9.

La figure 10 illustre, schématiquement et de manière non limitative, les ouvertures des soupapes d'admission pour le mode de réalisation de la figure 11. Sur cette figure, on représente les courbes des sections  $S$  d'ouverture des soupapes 2 (courbe  $S_2$ ) et 2' (courbe  $S_2'$ ) en fonction du temps pendant la phase d'admission entre le point mort haut admission PMH et le point mort bas admission PMB. A noter que sur ces figures, les soupapes commencent à s'ouvrir un peu avant le moment indiqué, et se ferment un peu après le moment indiqué. Il s'agit d'une conception classique d'une loi de levée de soupape, pour prendre en compte les phénomènes mécaniques mis en œuvre.

Pour l'exemple de la figure 9, la soupape d'admission 2, reliée à la première entrée de gaz, est ouverte pendant toute la durée de la phase d'admission, et la soupape d'admission 2', reliée à la deuxième entrée de gaz est ouverte depuis le retard prédéterminé  $T$  jusqu'à la fin de la phase d'admission. Dans ce cas, entre le retard prédéterminé  $T$  est le point mort bas admission PMB les deux soupapes d'admission 2 et 2' sont ouvertes.

Pour l'exemple de la figure 10, la soupape d'admission 2, reliée à la première entrée de gaz, est ouverte depuis le point mort haut admission PMH et le retard  $T$ , alors que la soupape d'admission 2', reliée à la deuxième entrée de gaz, est ouverte depuis le retard prédéterminé  $T$  jusqu'à la fin de la phase d'admission. Dans ce cas, il n'y a aucun (ou peu) chevauchement de l'ouverture des soupapes d'admission 2 et 2'.

La figure 11 illustre, schématiquement et de manière non limitative, une variante du troisième mode de réalisation de l'invention (figure 7), pour lequel le moteur à combustion interne est équipé d'un turbocompresseur 13.

Le moteur à combustion interne est équipé d'un cylindre 1. Le cylindre 1 comporte deux soupapes d'admission 2 et 2' et deux soupapes d'échappement 3. En outre, le moteur à combustion interne comprend une première entrée de gaz 4 à la première pression  $P_1$ , et une deuxième entrée de gaz 5 à la deuxième pression  $P_2$ , avec la deuxième pression  $P_2$  strictement supérieure à la première pression  $P_1$ .

La première entrée de gaz 4 est reliée à une première soupape d'admission 2 et la deuxième entrée de gaz 5 est reliée à une deuxième soupape d'admission 2'.

Pour ce troisième mode de réalisation, on contrôle l'ouverture des soupapes d'admission 2 et 2', la soupape d'admission 2' étant ouverte après la soupape d'admission 2

à partir du retard prédéterminé et jusqu'à la fin de la phase d'admission. Des exemples de contrôle de l'ouverture des soupapes d'admission sont illustrés en figures 9 et 10.

De plus, le moteur à combustion interne comporte un conduit intermédiaire 12 qui relie la deuxième entrée de gaz 5 avec le conduit d'échappement 9. Avantageusement, le conduit intermédiaire 12 comporte une vanne 18 commandée par le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) pour autoriser le passage du gaz de la deuxième entrée de gaz 5 vers le conduit d'échappement 9.

En outre, le moteur à combustion interne est équipé d'un turbocompresseur 13. Le turbocompresseur 13 comprend une turbine 14 placée dans le conduit d'échappement 14. Le turbocompresseur comprend en outre un compresseur 15 prévu pour générer la pression P2. Le compresseur 15 et la turbine 14 sont mécaniquement liés. Pour cela, la sortie du compresseur 15 est reliée à la deuxième entrée de gaz 5 par une conduite 16. L'entrée du compresseur 15 est reliée à une entrée de gaz à la pression P0, par exemple la pression atmosphérique. Cette entrée de gaz à la pression P0 est reliée à la première entrée de gaz 4 à la pression P1 par un conduit 17.

Ainsi, pour cet exemple, la première pression P1 est la pression atmosphérique, et la deuxième pression P2 provient d'un système de compression, tel qu'un turbocompresseur. Grâce au turbocompresseur 13, on a alors :  $P0 = P1$ , et  $P2 > P0$ .

Selon une alternative de la figure 11 non représentée, le moteur à combustion interne ne comporte aucun conduit intermédiaire 12 et le dispositif de contrôle (ou le procédé de contrôle) commande une double ouverture de soupapes.

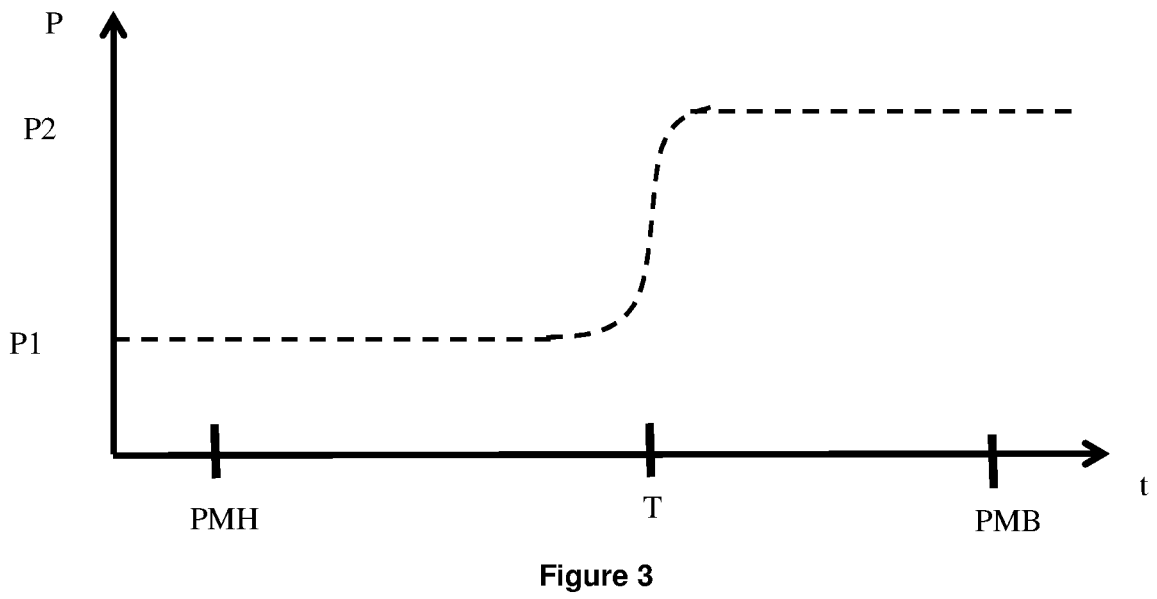
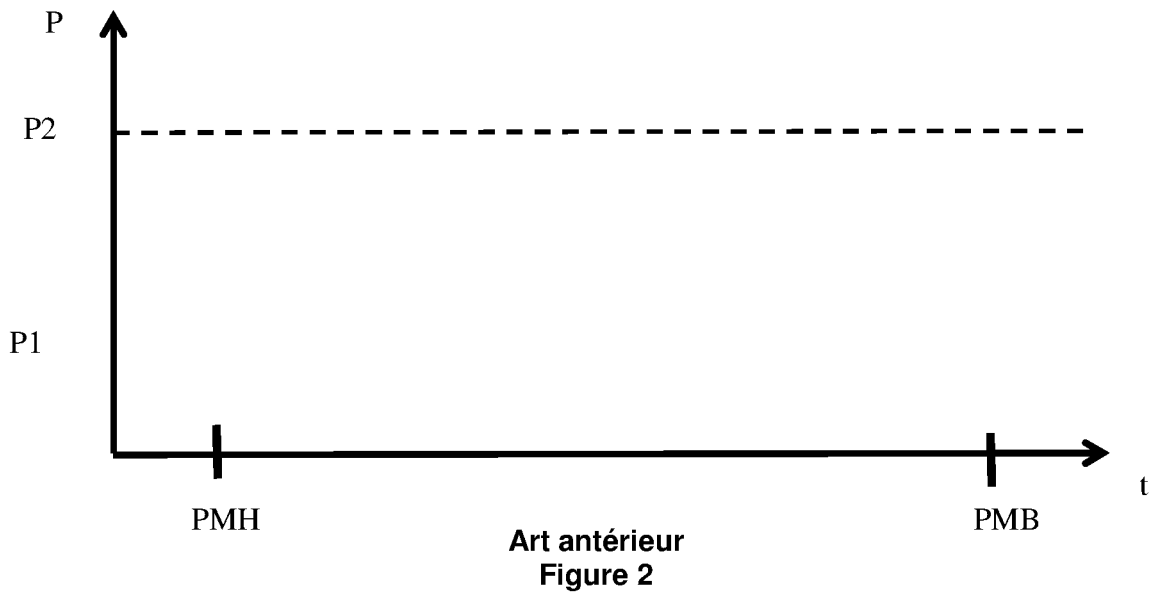
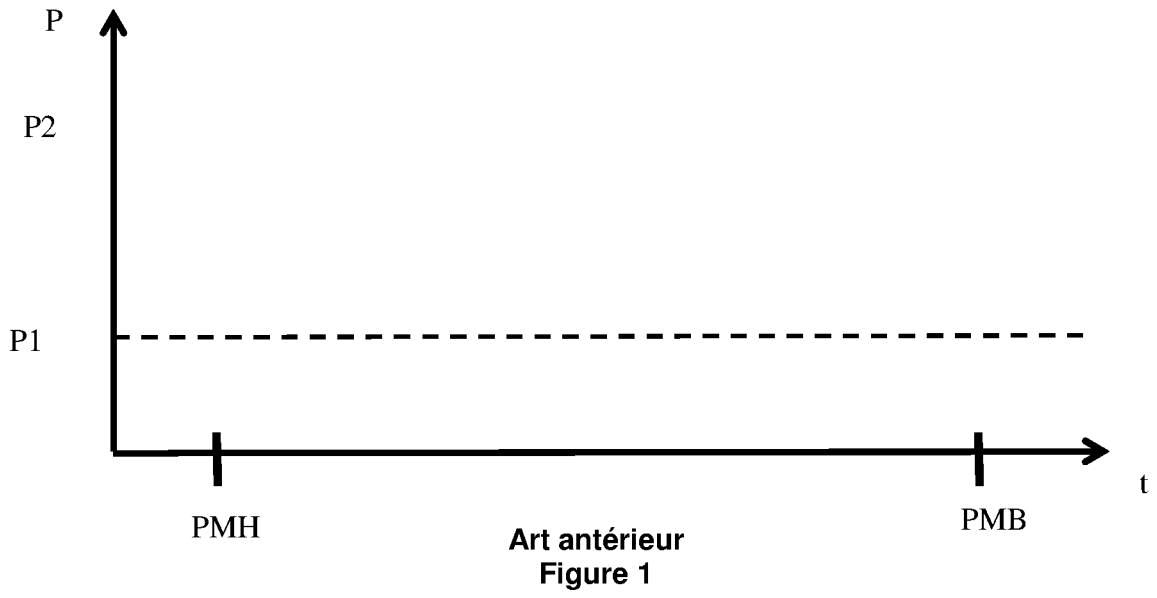
Une telle configuration avec un turbocompresseur (avec ou sans conduit intermédiaire 12) n'est pas limitée à ce troisième mode de réalisation. En effet, une telle configuration avec un turbocompresseur peut être adaptée à l'une quelconque des variantes des modes de réalisation décrites ci-dessus, en particulier pour les variantes des figures 4a, 4b, 5a, 5b, 6, et 8.

### Revendications

- 1) Moteur comprenant un dispositif de contrôle de la quantité de gaz introduit à l'admission du moteur à combustion interne, ledit moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre (1) équipé d'un piston, d'au moins une soupape d'admission (2, 2'), d'au moins une soupape d'échappement (3), d'une première entrée de gaz (4) à une première pression P1, d'une deuxième entrée de gaz (5) à une deuxième pression P2 strictement supérieure à ladite première pression P1, d'un conduit d'échappement (9), lesdites première (4) et deuxième (5) entrées de gaz étant reliées à au moins une soupape d'admission (2, 2'), et ladite soupape d'échappement (3) étant disposée dans ledit conduit d'échappement (9), caractérisé en ce que ledit dispositif de contrôle commande le passage du gaz issu de la deuxième entrée de gaz (5) vers ledit conduit d'échappement (9), et en ce que ledit dispositif de contrôle commande l'admission de gaz au sein dudit cylindre (1) par admission de gaz issu de ladite première entrée de gaz (4), suivi par une admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz (5) avec un retard prédéterminé pendant la phase d'admission.
- 2) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon la revendication 1, dans lequel ledit moteur à combustion interne comporte un turbocompresseur (13), ledit turbocompresseur (13) comprenant une turbine (14) placée sur ledit conduit d'échappement (9).
- 3) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon la revendication 2, dans lequel ledit turbocompresseur (13) comprend un compresseur (14) associé à ladite deuxième entrée de gaz (5).
- 4) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de contrôle commande le passage du gaz de ladite deuxième entrée de gaz (5) vers ledit conduit d'échappement (9) par un contrôle de l'ouverture desdites soupapes d'admission (2, 2') et d'échappement (3), notamment par le contrôle d'une ouverture simultanée d'au moins une desdites soupapes d'admission (2, 2') et d'échappement (3).
- 5) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ledit dispositif de contrôle commande le passage du gaz de ladite deuxième entrée de gaz (5) vers ledit conduit d'échappement (9) par une vanne commandée (18) placée sur un conduit intermédiaire (12) qui relie ladite deuxième entrée de gaz (5) et ledit conduit d'échappement (9).

- 6) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif comporte un moyen de stockage de gaz à ladite deuxième pression P2 relié à ladite deuxième entrée de gaz (5).
- 5
- 7) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite première pression P1 correspond sensiblement à la pression atmosphérique.
- 10
- 8) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de contrôle admet dans ledit cylindre (1) le gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz (5) jusqu'à la fin de la phase d'admission.
- 9) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de contrôle retarde l'admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz (5) par rapport à l'admission de gaz issu de ladite première entrée de gaz (4) d'un temps (T) correspondant entre 20 et 80% de la durée de la phase d'admission.
- 15
- 10) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit moteur à combustion interne comprend un collecteur d'admission (7) relié auxdites première (4) et deuxième (5) entrées de gaz et distribuant le gaz dans ledit cylindre (1) au moyen de ladite soupape d'admission (2, 2').
- 20
- 11) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon la revendication 10, dans lequel ledit dispositif de contrôle comporte une vanne (6) disposée sur ladite deuxième entrée de gaz ou une vanne disposée (10) sur la connexion entre lesdites première (4) et deuxième (5) entrées de gaz.
- 25
- 12) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel ledit cylindre (1) comporte deux soupapes d'admission (2, 2'), chaque soupape d'admission (2, 2') étant reliée à l'une desdites première (4) et deuxième (5) entrées de gaz.
- 30
- 13) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon la revendication 12, dans lequel ledit dispositif de contrôle commande l'admission par ouverture de la soupape d'admission (2') reliée à ladite deuxième entrée de gaz (5) pendant l'ouverture de la soupape d'admission (2) reliée à ladite première entrée de gaz (4).
- 35

- 14) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon la revendication 12, dans lequel ledit dispositif de contrôle commande l'admission par ouverture successive desdites deux soupapes d'admission (2, 2'), en ouvrant ladite soupape d'admission (2') reliée à la deuxième entrée de gaz (5) une fois que ladite soupape d'admission (2) reliée à la première entrée de gaz (4) est fermée ou quasiment fermée.
- 15) Moteur comprenant un dispositif de contrôle selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite première entrée de gaz (4) comporte un clapet anti-retour (8).
- 16) Procédé de contrôle de la quantité d'air introduit à l'admission d'un moteur à combustion interne, ledit moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre (1) équipé d'un piston, d'au moins une soupape d'admission (2, 2'), d'au moins une soupape d'échappement (3), d'une première entrée de gaz (4) à une première pression P1, d'une deuxième entrée de gaz (5) à une deuxième pression P2 supérieure à ladite première pression P1, d'un conduit d'échappement (9), lesdites première et deuxième entrées de gaz étant reliées à au moins une soupape d'admission (2, 2'), et ladite soupape d'échappement (3) étant disposée dans ledit conduit d'échappement (9), caractérisé en ce que l'on contrôle l'admission de gaz au sein dudit cylindre (1) par admission de gaz issu de ladite première entrée de gaz (4), suivi par une admission de gaz issu de ladite deuxième entrée de gaz (5) avec un retard prédéterminé pendant la phase d'admission, et en ce que l'on contrôle le passage de gaz de ladite deuxième entrée de gaz (5) vers ledit conduit d'échappement (9).





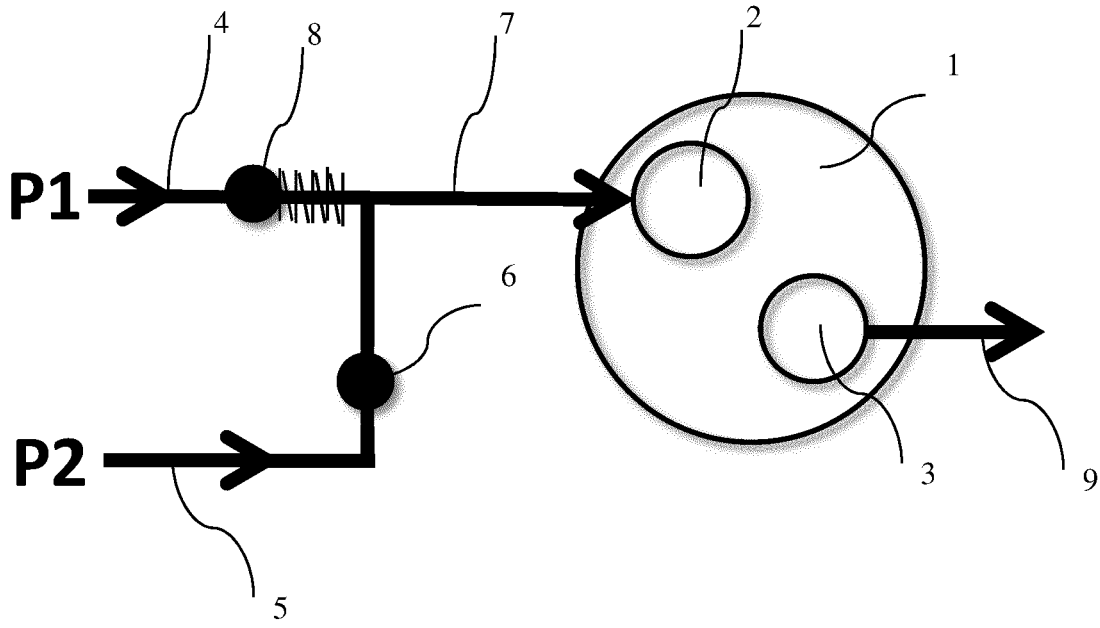


Figure 4a

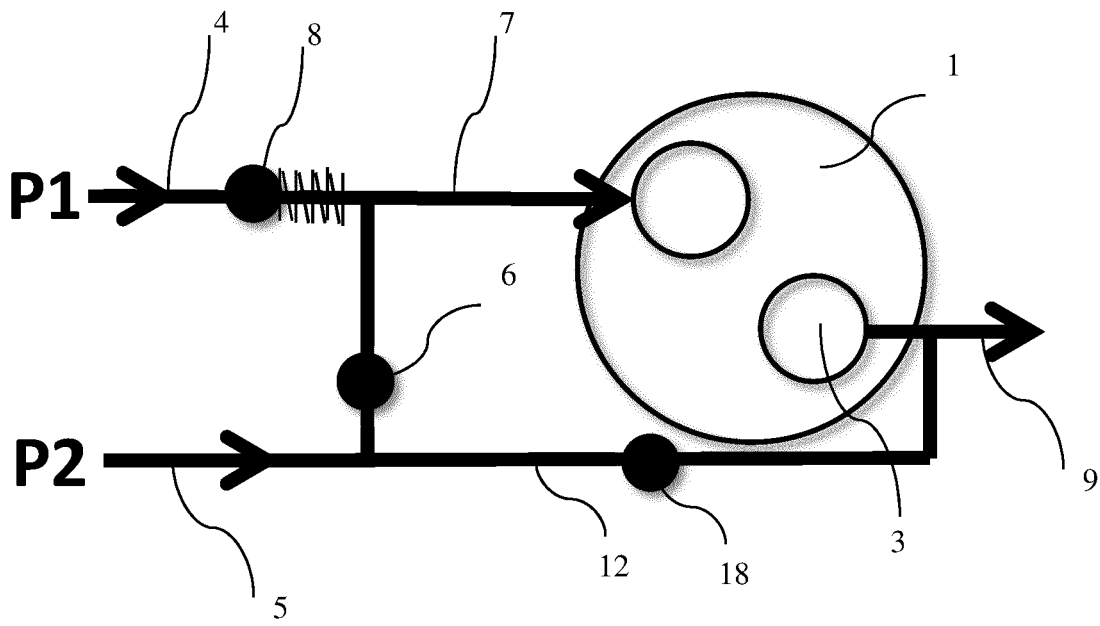


Figure 4b

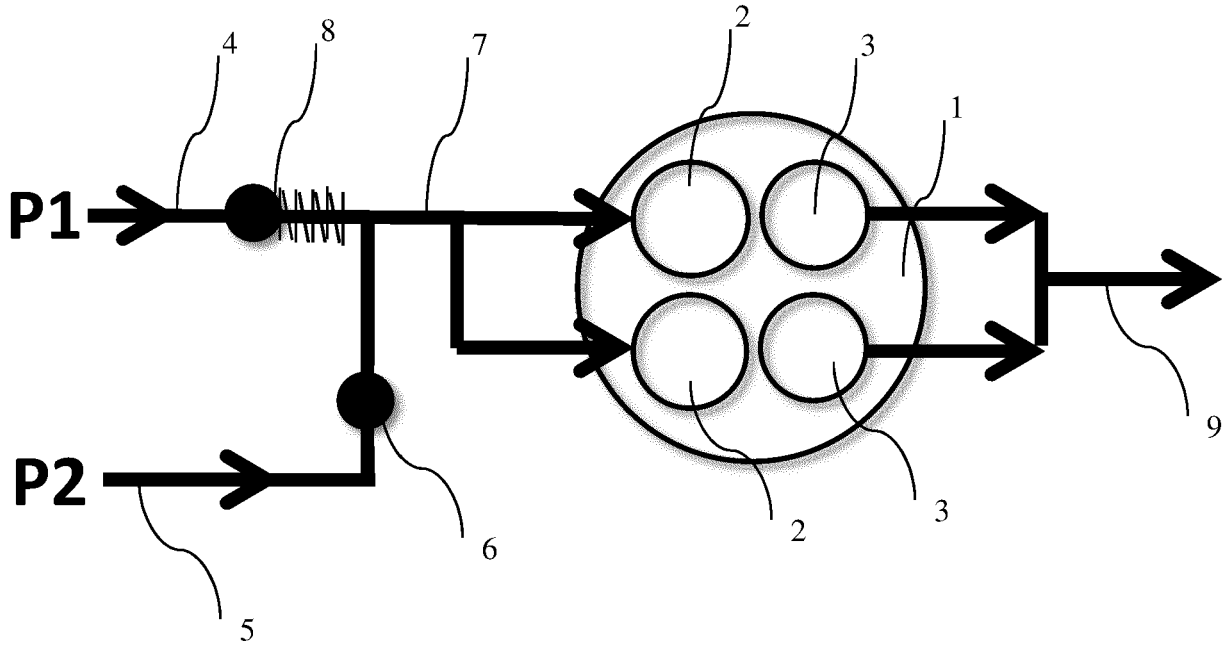


Figure 5a

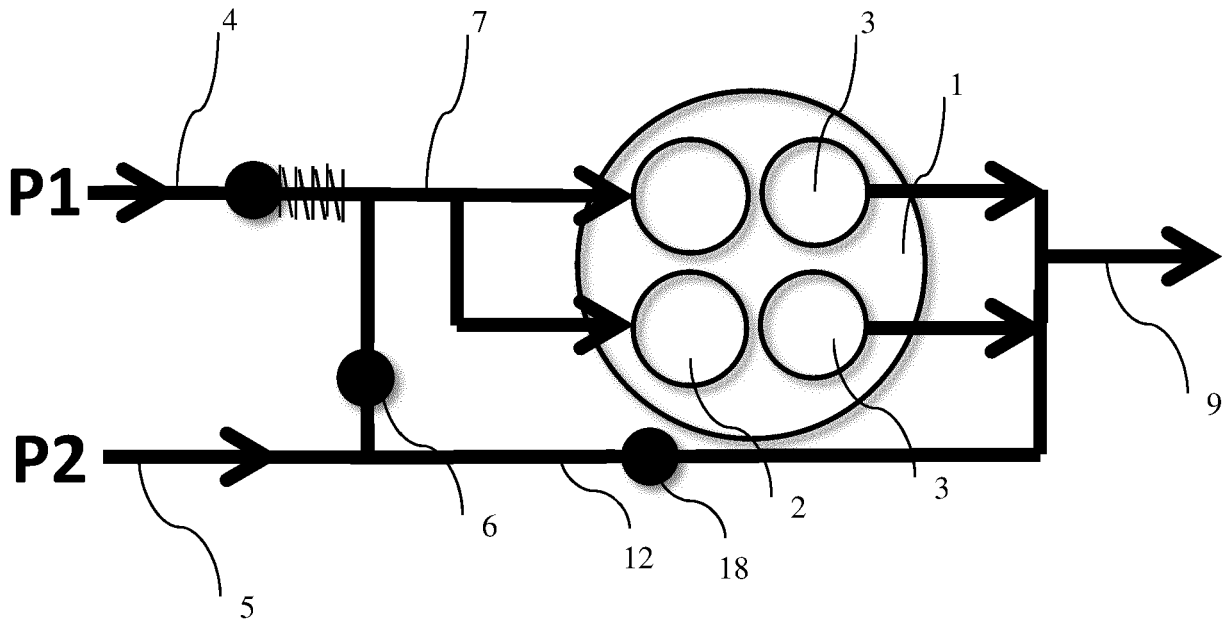


Figure 5b

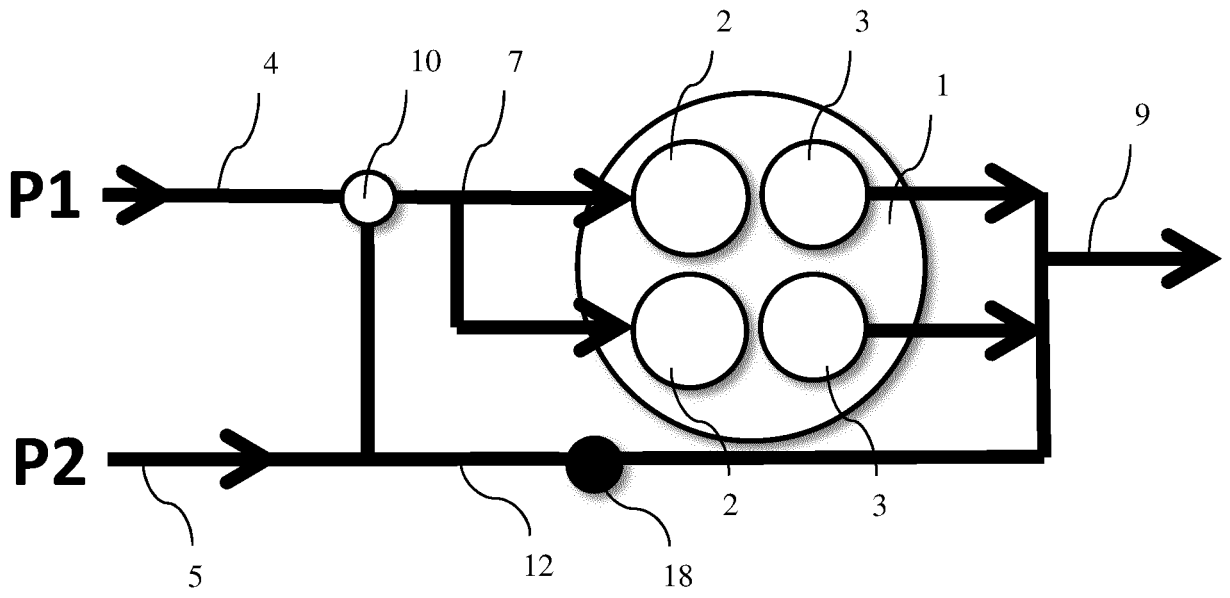


Figure 6

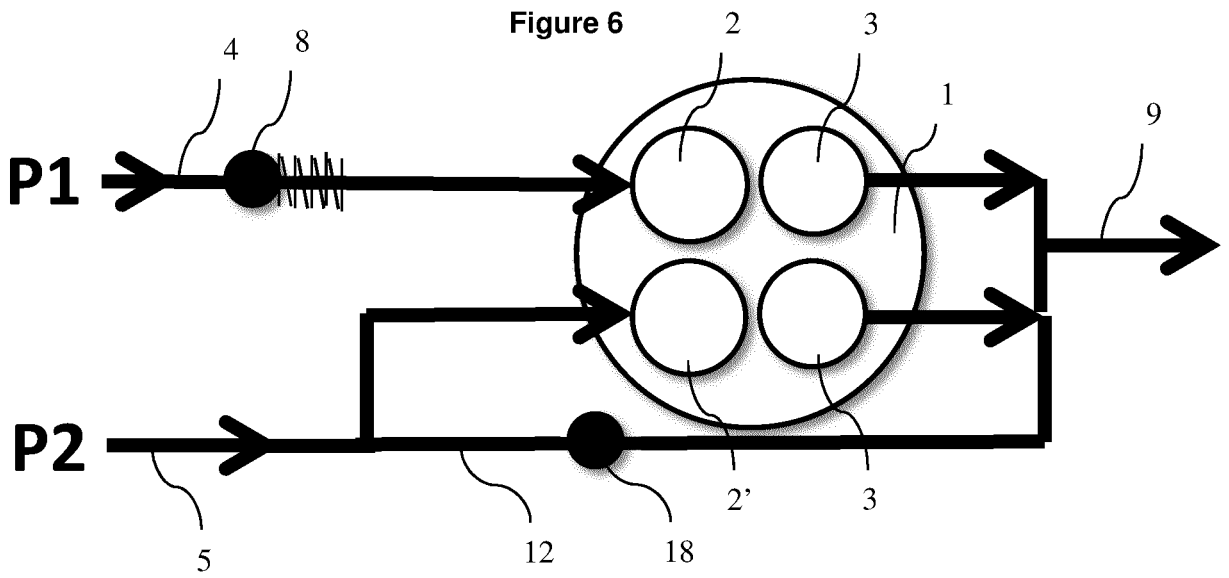


Figure 7

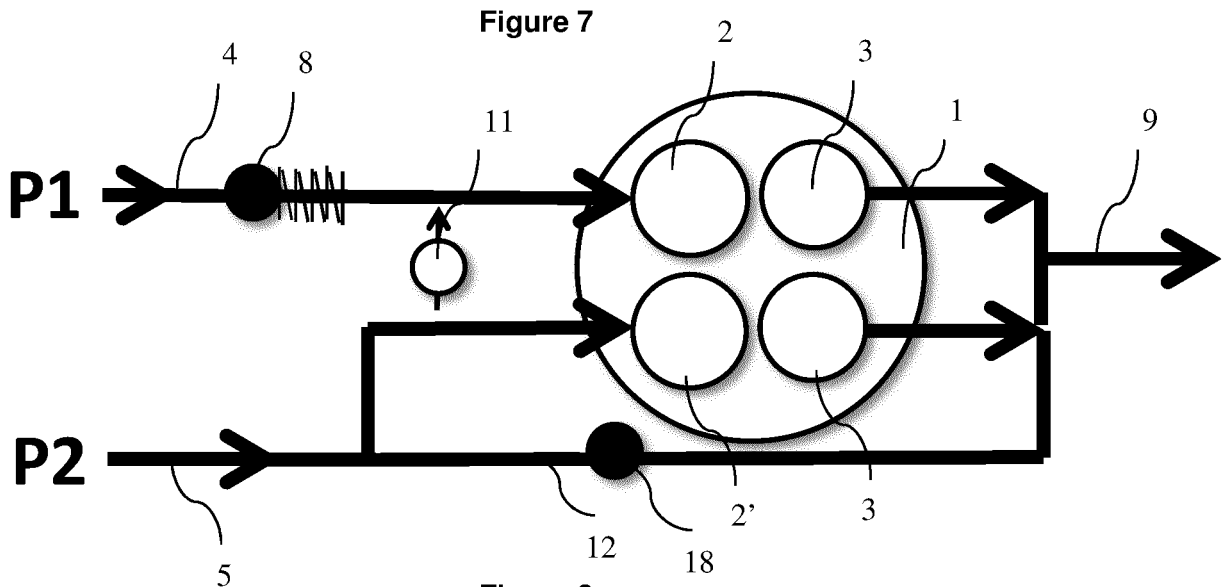


Figure 8

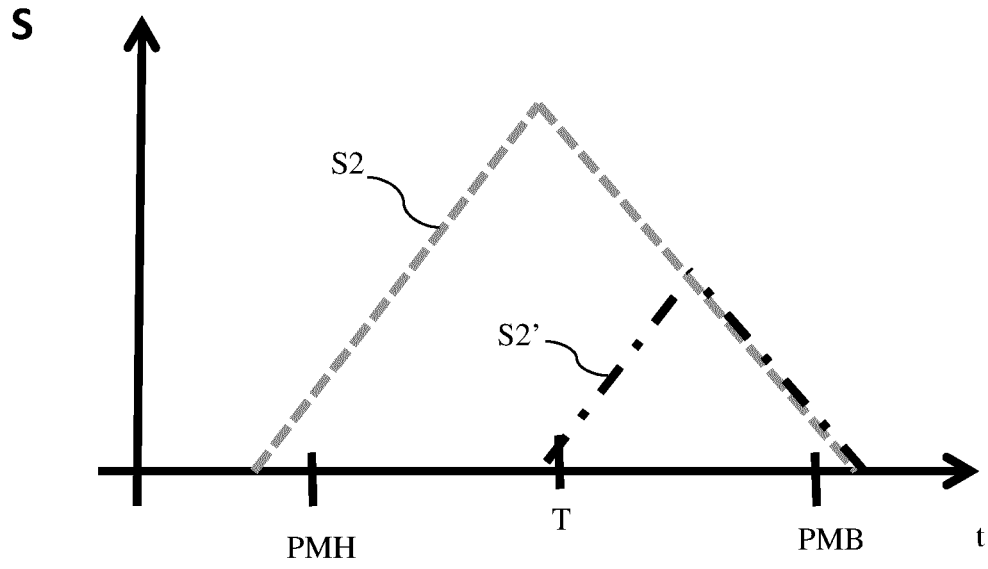


Figure 9

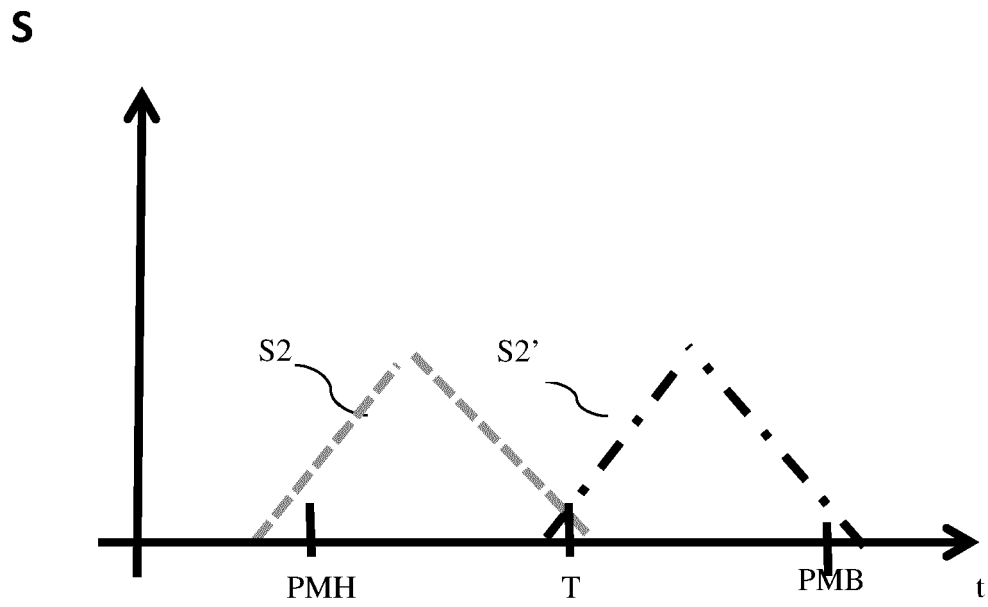


Figure 10

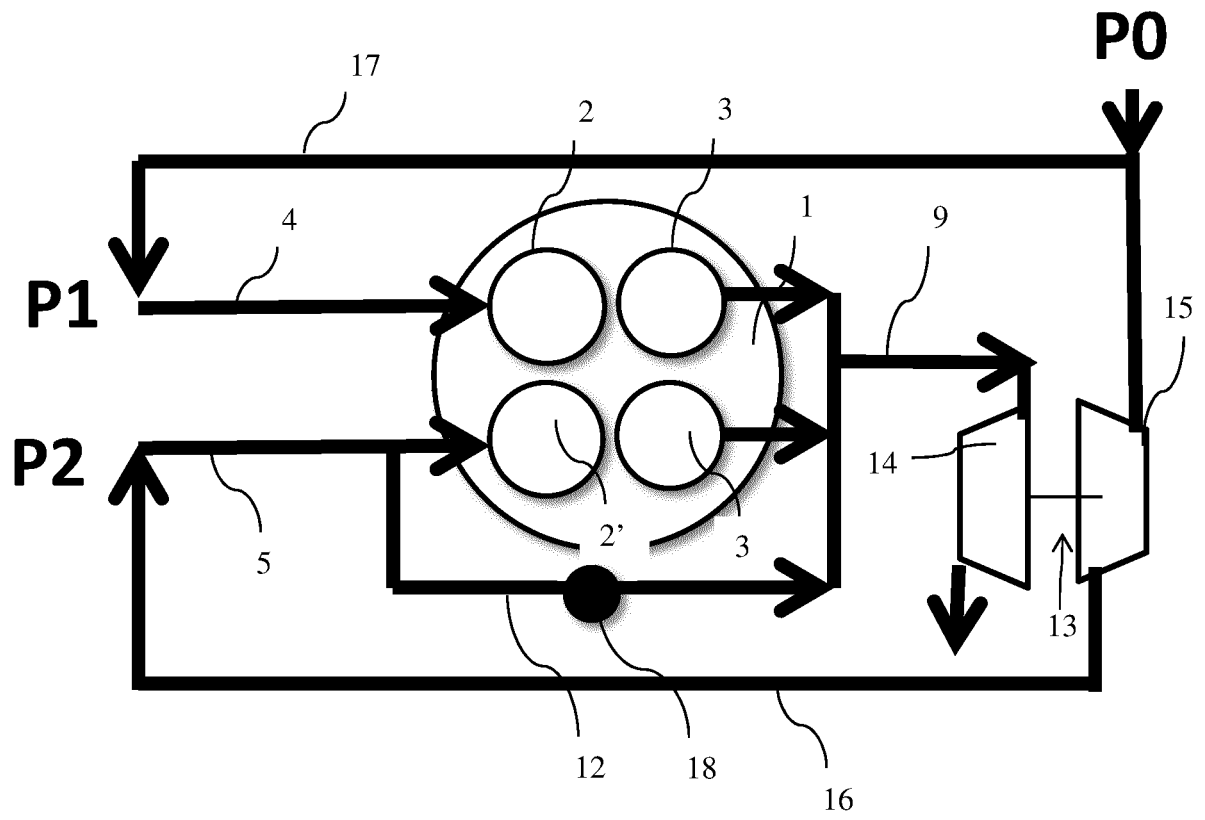


Figure 11

# 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**

US 4 928 648 A (SCHATZ OSKAR [DE] ET AL)  
29 mai 1990 (1990-05-29)

US 6 470 681 B1 (ORTON KEVIN [US])  
29 octobre 2002 (2002-10-29)

JP S61 19929 A (MAZDA MOTOR)  
28 janvier 1986 (1986-01-28)

JP S64 8317 A (FUJI HEAVY IND LTD)  
12 janvier 1989 (1989-01-12)

EP 1 489 283 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE  
[FR]) 22 décembre 2004 (2004-12-22)

WO 2018/002037 A1 (IFP ENERGIES NOW [FR])  
4 janvier 2018 (2018-01-04)

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

NEANT

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

NEANT