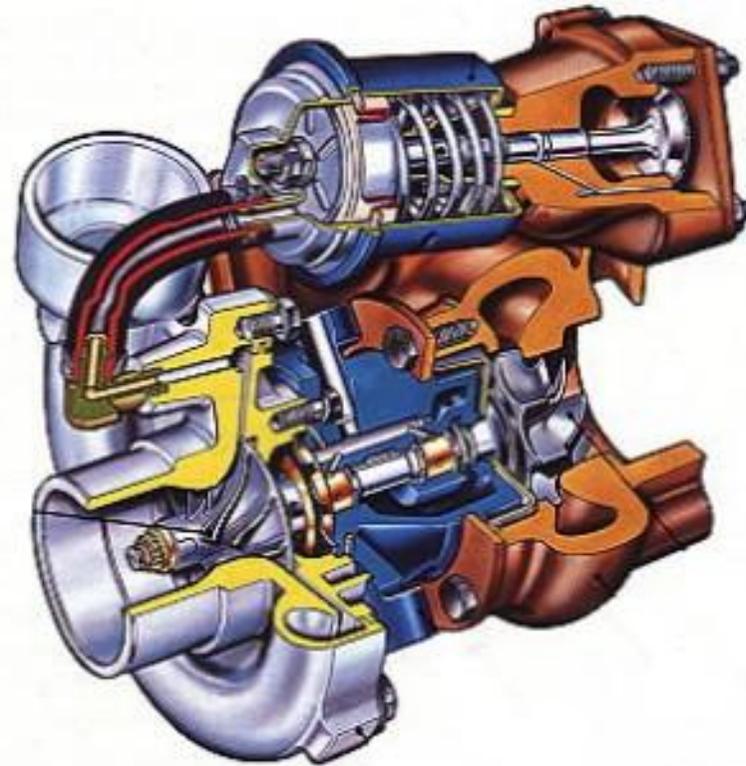
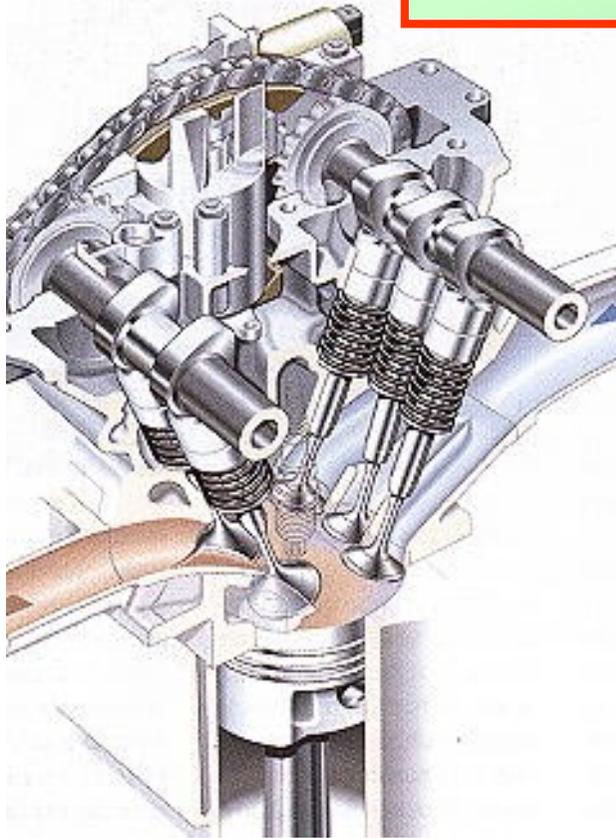


LA SURALIMENTATION



LA SURALIMENTATION

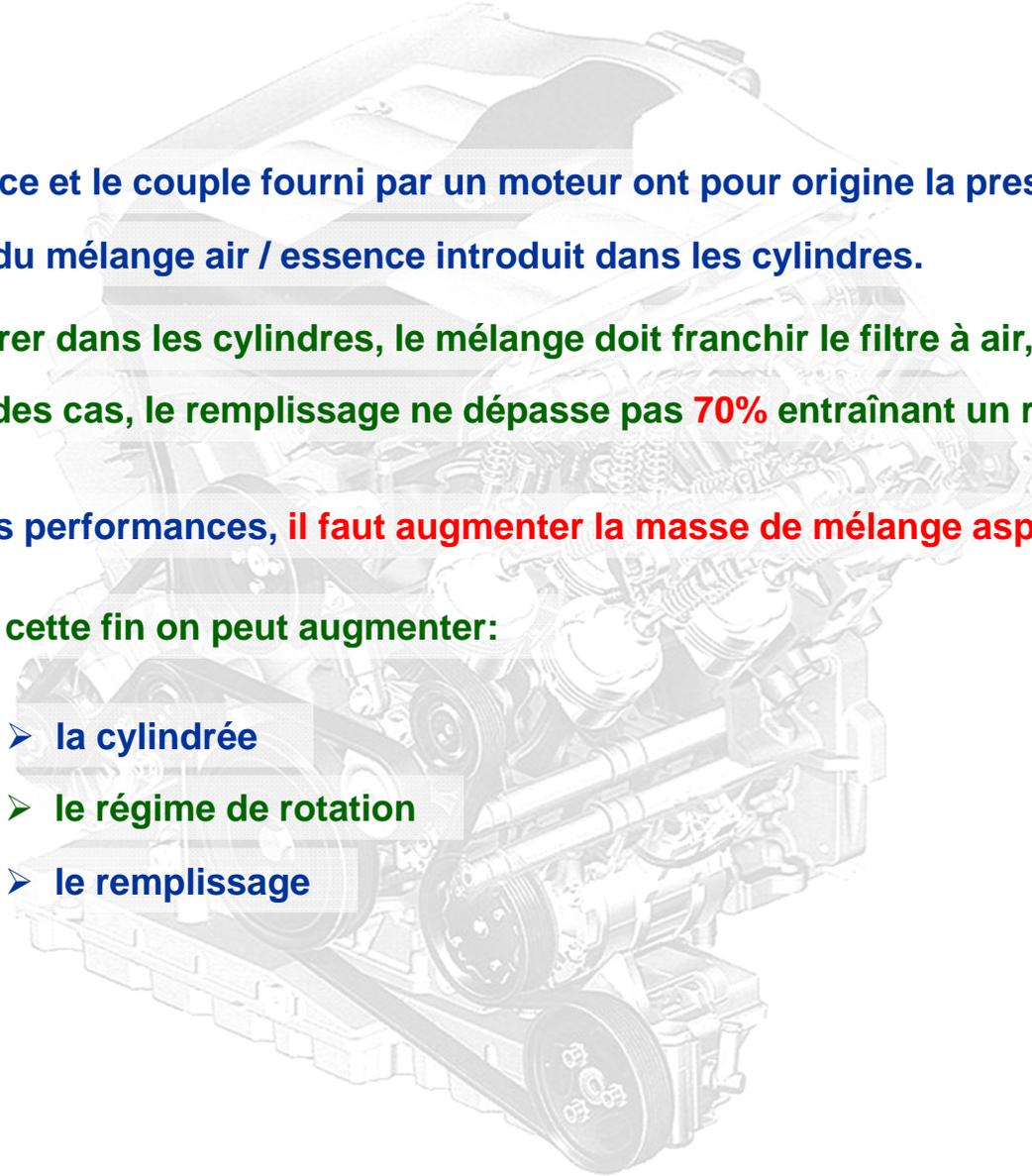
La puissance et le couple fourni par un moteur ont pour origine la pression résultant de la combustion du mélange air / essence introduit dans les cylindres.

Pour pénétrer dans les cylindres, le mélange doit franchir le filtre à air, les tubulures... Dans le meilleur des cas, le remplissage ne dépasse pas **70%** entraînant un rendement médiocre.

Pour améliorer les performances, **il faut augmenter la masse de mélange aspirée par le moteur.**

A cette fin on peut augmenter:

- la cylindrée
- le régime de rotation
- le remplissage

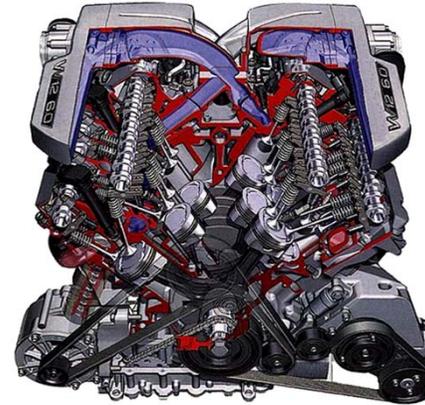


CYLINDREE

Solution de facilité: les moteurs peuvent avoir 8, 10,12 cylindres et, jusqu'à 6 l de cylindrée.



8 cylindres



12 cylindres

Mais, les moteurs sont lourds, encombrants et leurs consommations sont élevées.

Aujourd'hui, à cause de la lutte contre la pollution et le réchauffement climatique, les constructeurs s'orientent vers la diminution de la taille des moteurs (downsizing) tout en améliorant leurs performances.

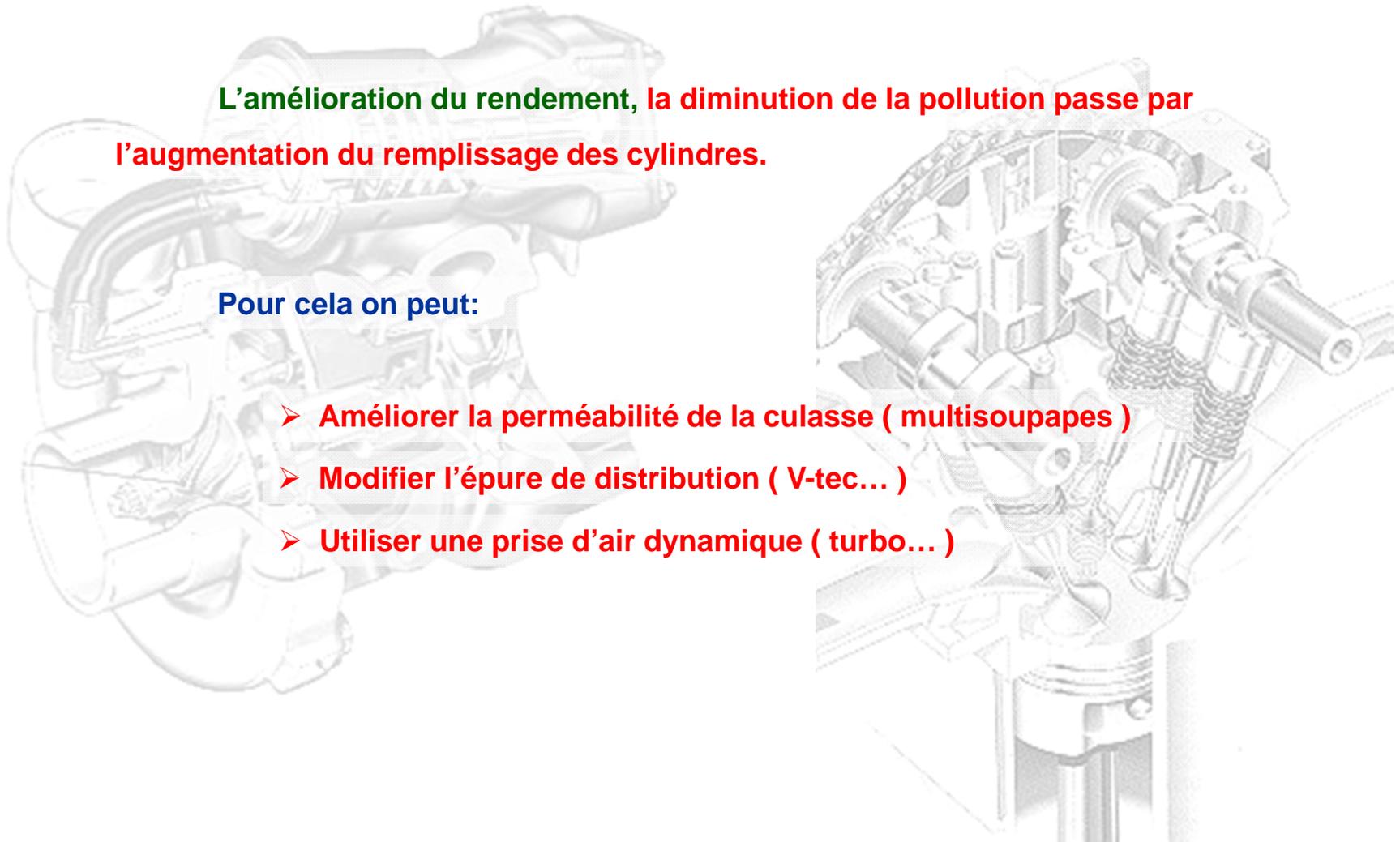
La puissance spécifique des moteurs passe de ~ 55cv/l à des valeurs dépassant les 100cv/l grâce à différentes solutions améliorant le remplissage.

REPLISSAGE

L'amélioration du rendement, la diminution de la pollution passe par l'augmentation du remplissage des cylindres.

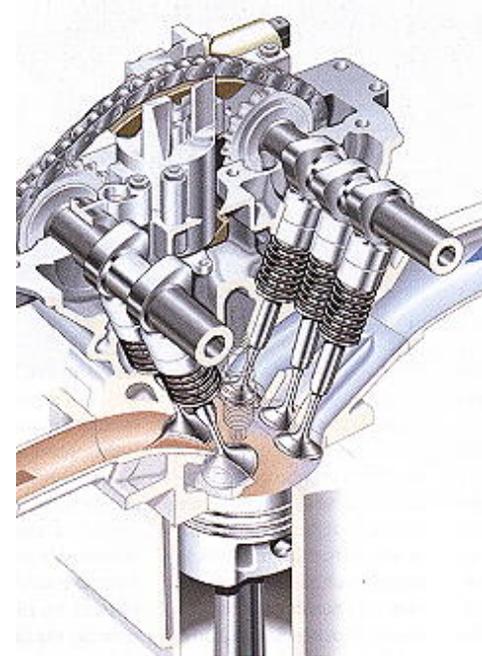
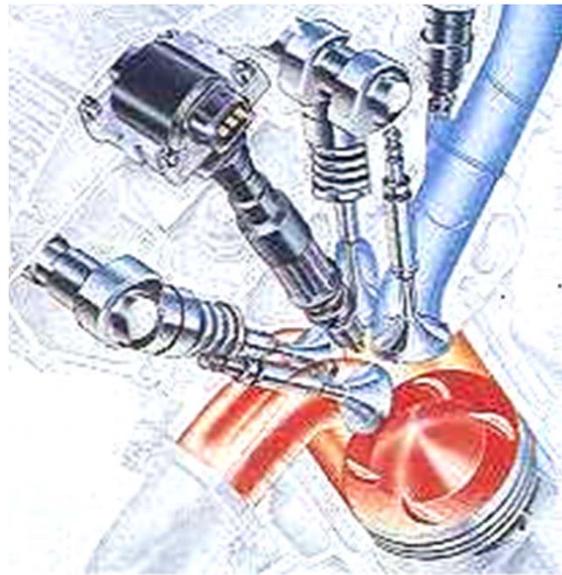
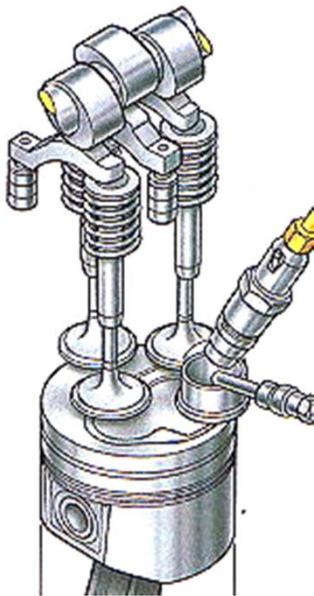
Pour cela on peut:

- Améliorer la perméabilité de la culasse (multisoupapes)
- Modifier l'épure de distribution (V-tec...)
- Utiliser une prise d'air dynamique (turbo...)



PERMEABILITE CULASSE

Ne pouvant agrandir indéfiniment le diamètre des deux soupapes habituelles ou leurs ouvertures, c'est par leur multiplication que l'on peut améliorer le passage des gaz.



Cette solution donne de bon résultats à haut régime, mais, à basse vitesse le remplissage se fait moins bien.

Le couple maxi est, généralement, obtenu à des régimes moteur élevés (~ 4500 tr/min)

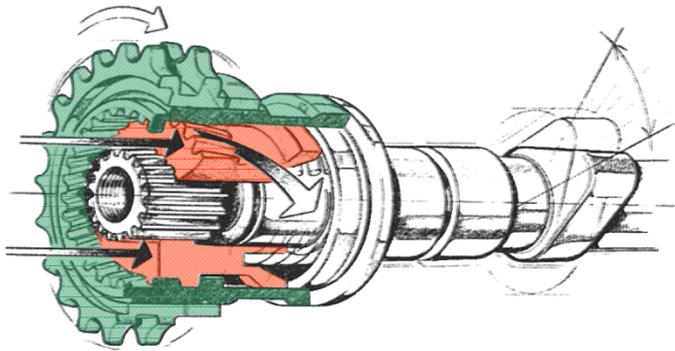
DISTRIBUTION VARIABLE

Pour assurer, dans toutes les conditions de régime et de charge des moteurs multisoupapes, souplesse de fonctionnement, couple élevé à bas régime, pollution réduite, les constructeurs développent des systèmes permettant de modifier le calage de la distribution et, pour certains, la levée des soupapes :

- Déphasage d'arbre à cames**
- Valvetronic BMW**
- V-tec HONDA...**

DISTRIBUTION VARIABLE

Déphasage arbre à cames

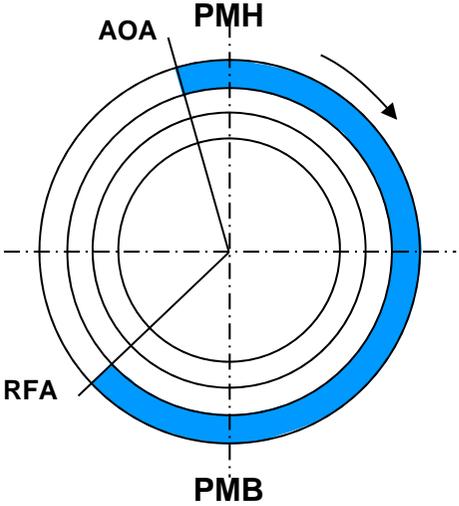


Généralement, seul l'arbre à cames d'admission est décalé par rapport au vilebrequin.

La durée d'ouverture, la levée des soupapes ne sont pas modifiées, mais décalées ce qui fait varier le croisement des soupapes.

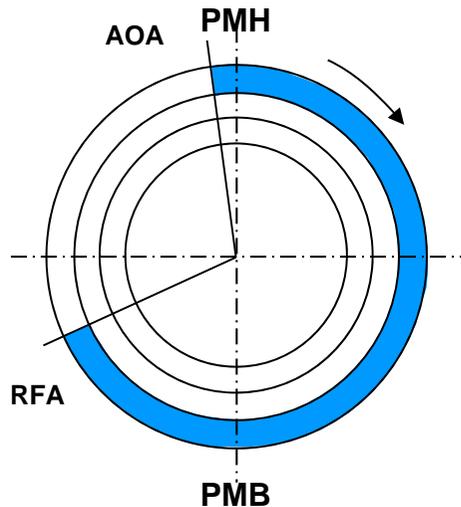
DISTRIBUTION VARIABLE

Correction retard



DISTRIBUTION VARIABLE

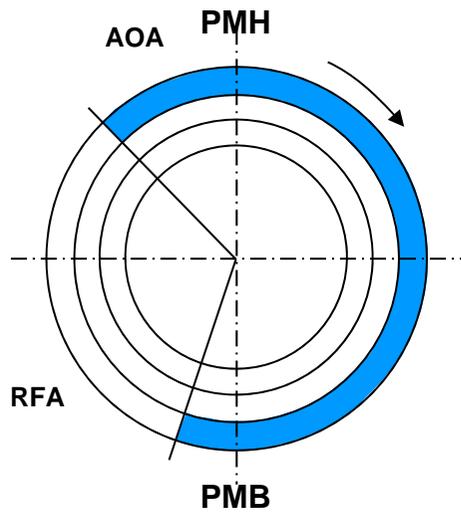
Correction retard



- Cette correction réduit ou supprime le croisement des soupapes.
- A bas régime, la réduction des gaz d'échappement résiduels améliore la combustion, le ralenti est plus régulier.
- A régime élevé, la fermeture tardive de la soupape d'admission permet d'améliorer le remplissage grâce à la haute vitesse d'écoulement acquise par la veine gazeuse.

DISTRIBUTION VARIABLE

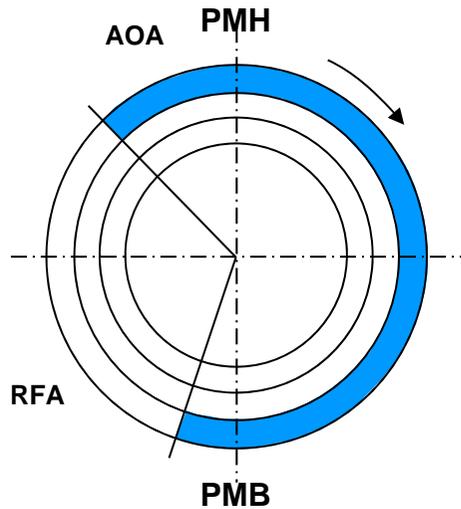
Correction avance



- En régime intermédiaire, la vitesse de la veine gazeuse est faible.

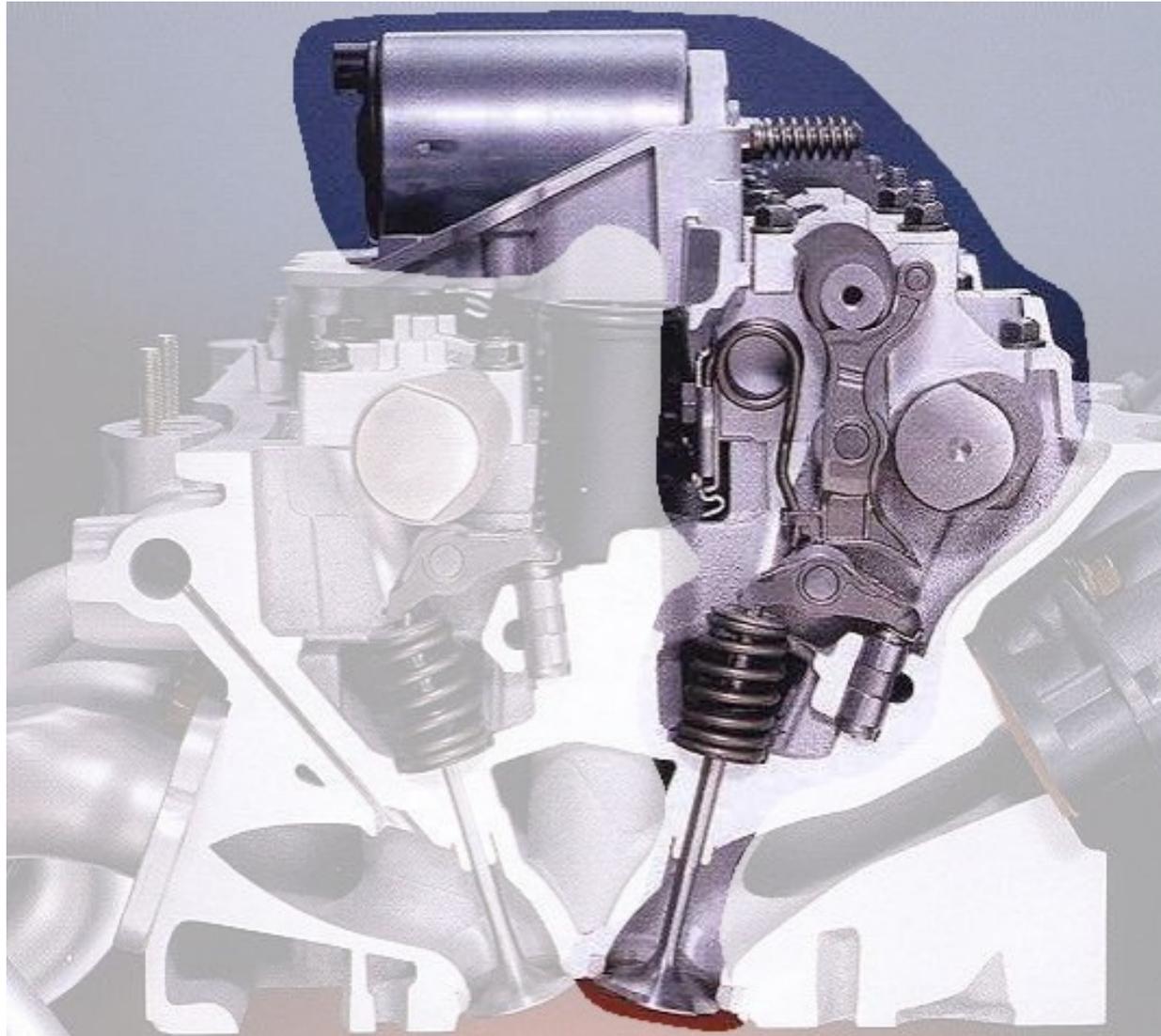
DISTRIBUTION VARIABLE

Correction avance



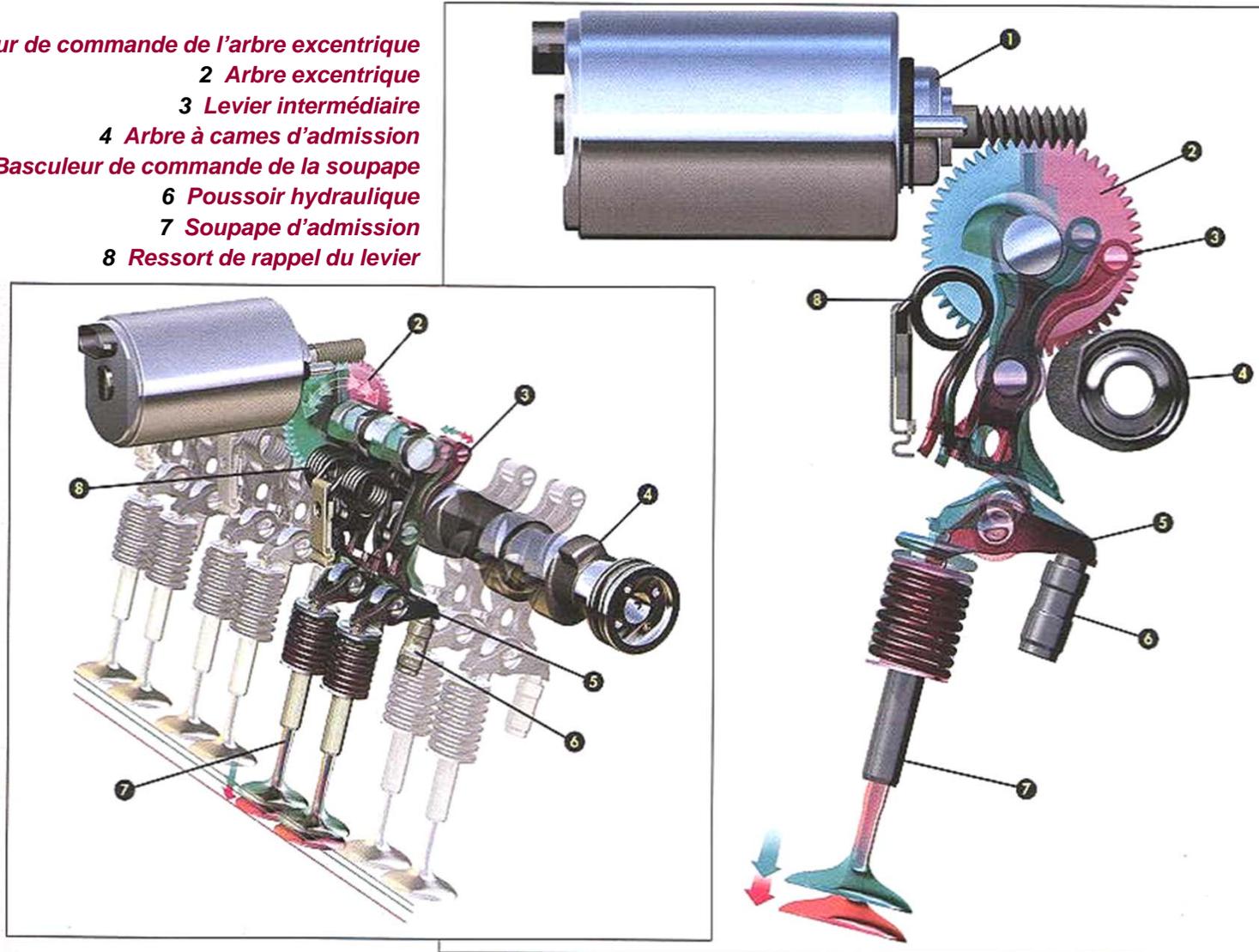
- En régime intermédiaire, la vitesse de la veine gazeuse est faible.
- La fermeture de la soupape juste après le PMB évitera que la remontée du piston refoule des gaz frais par la soupape ouverte.

VALVETRONIC



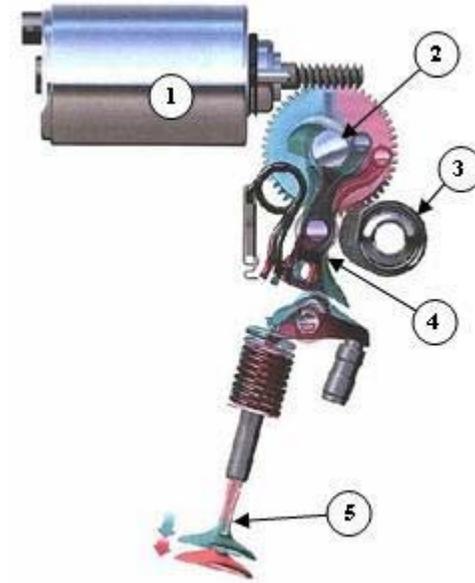
VALVETRONIC

- 1 Moteur de commande de l'arbre excentrique
- 2 Arbre excentrique
- 3 Levier intermédiaire
- 4 Arbre à cames d'admission
- 5 Basculeur de commande de la soupape
- 6 Poussoir hydraulique
- 7 Soupape d'admission
- 8 Ressort de rappel du levier

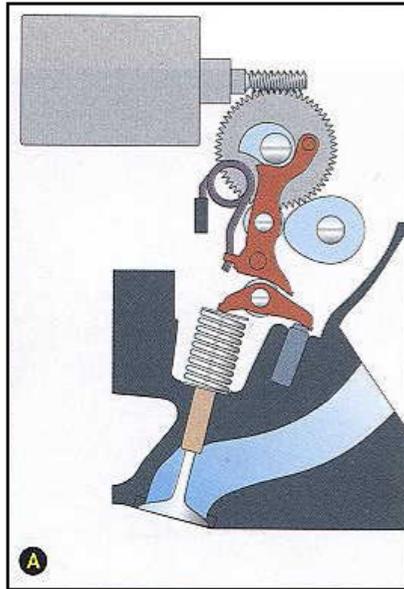


VALVETRONIC

- L'arbre à cames (3) n'agit pas directement sur les soupapes (5) mais, les actionne par l'intermédiaire d'un levier (4).
- Un excentrique (2) positionné, par un moteur électrique (1), déplace le point d'articulation du levier ce qui va modifier la levée des soupapes.
- En position mini, les soupapes ne s'ouvrent pas. Cette conception a permis de supprimer le papillon des gaz qui limitait le remplissage du moteur par effet de pompage.
- Selon les demandes du conducteur, les variations de charge du moteur sont obtenues en ouvrant plus ou moins les soupapes d'admission.



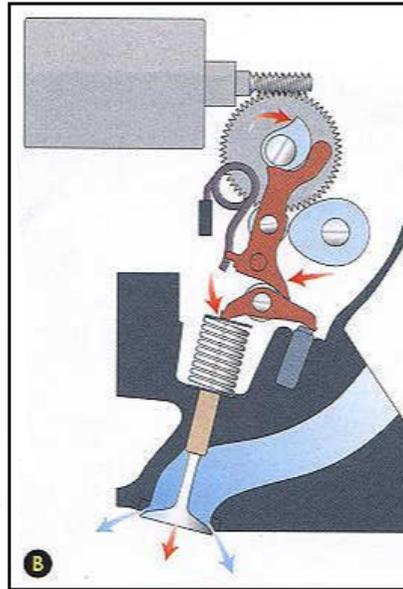
VALVETRONIC



A

Excentrique en position mini

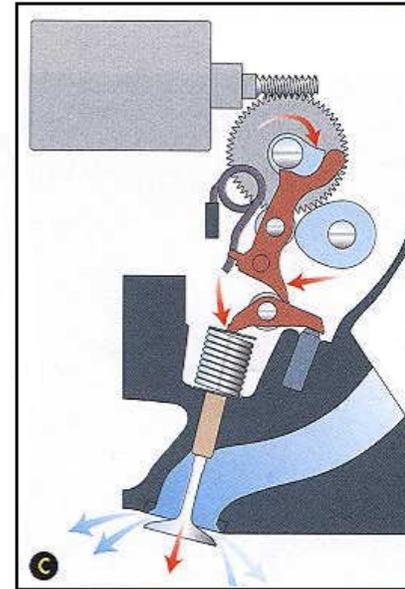
Le levier n'appuie pas sur le basculeur ; les soupapes ne s'ouvrent pas.



B

Excentrique en position intermédiaire

En fonction de la position de l'excentrique, le levier appuie plus ou moins sur le basculeur ce qui donne une multitude d'ouverture de soupapes selon les demandes du conducteur.



C

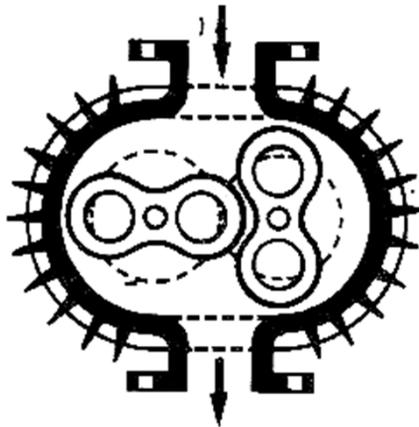
Excentrique en position maxi

Le levier appuie au maximum sur le basculeur ; les soupapes s'ouvrent avec la levée maxi assurant le meilleur remplissage moteur.

COMPRESSEURS VOLUMETRIQUES

L'amélioration du remplissage est obtenu par un "gavage" en air du moteur à l'aide d'un système s'apparentant à une pompe :

Compresseur ROOTS

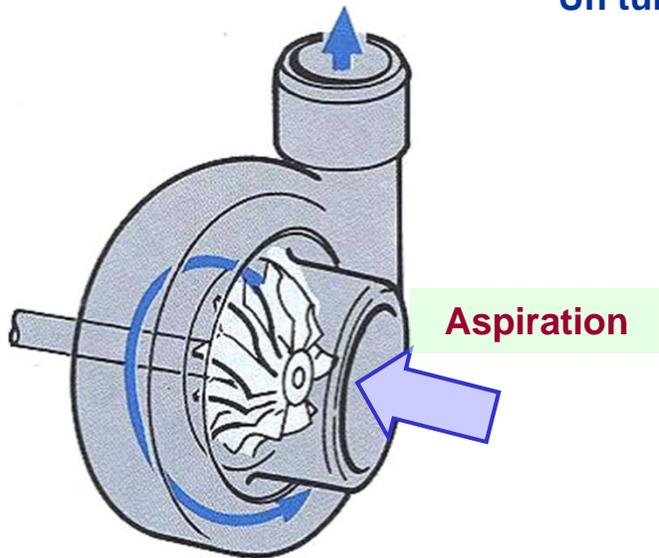


Compresseur EATON

- Ces compresseurs sont comparables à des pompes à engrenages.
- Ils disposent de deux éléments tournants qui comportent 2 ou 3 bossages.
- Ces « lobes » entraînés par des pignons ne se touchent pas, le jeu devant être aussi faible que possible.

TURBOCOMPRESSEUR

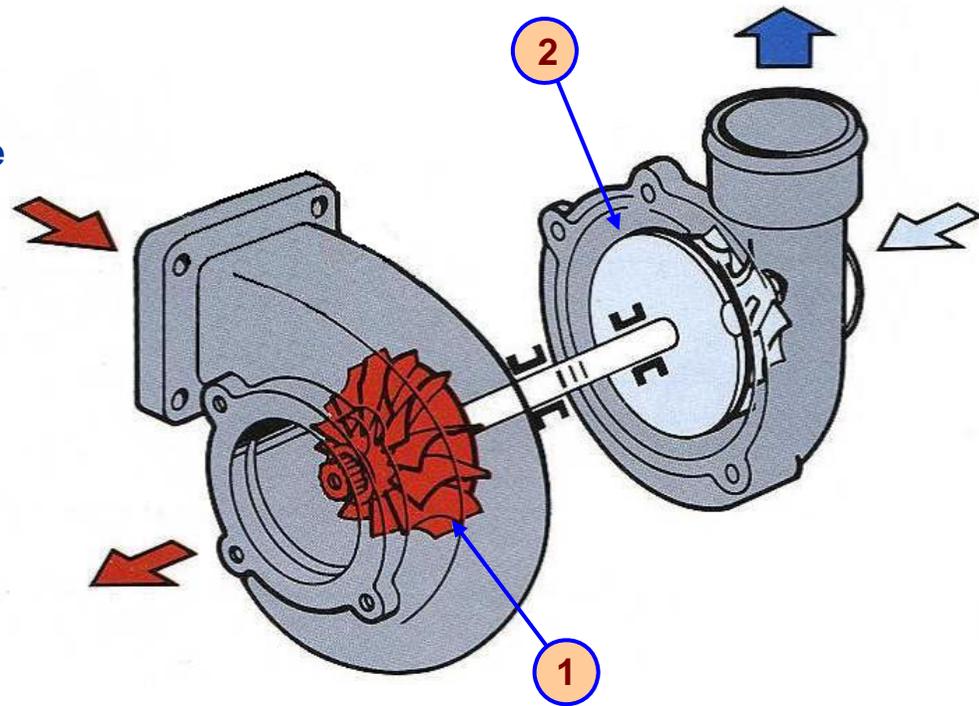
Un turbo fonctionne comme une pompe centrifuge.



Sous l'effet de la force centrifuge, due à une vitesse de rotation élevée (~ 150 000 tr/min) l'air est chassé vers la périphérie de la roue du compresseur, ce qui entraîne une aspiration en son centre.

TURBOCOMPRESSEUR

Le flux de gaz d'échappement entraîne une turbine « 1 ». Le mouvement de celle-ci est transmis directement au compresseur « 2 » par un axe de liaison. Le compresseur alimente le moteur en air sous pression.

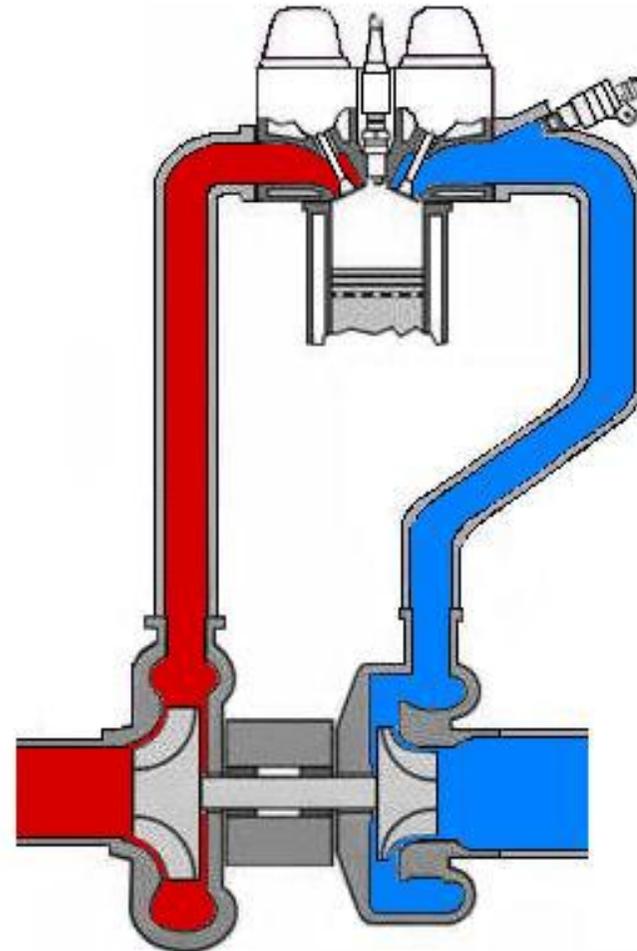


TURBOCOMPRESSEUR

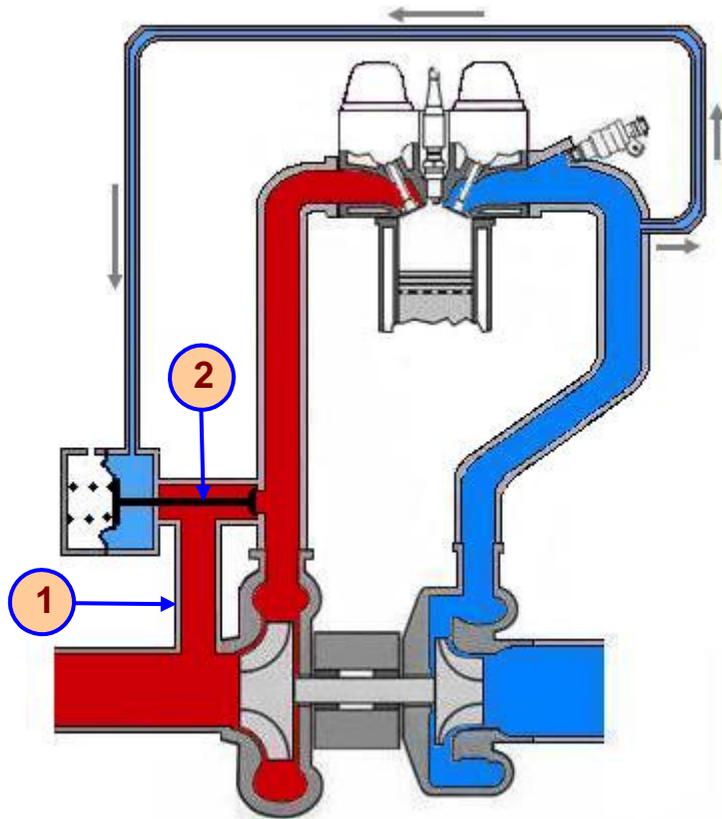
Pour que le "turbo" soit efficace, il doit tourner à un régime élevé (> 100 000 tr/min).

En dessous du régime d'accrochage (~ 60 000 tr/min) le "turbo" tourne lentement (500 à 10 000 tr/min) en régime de veille.

Le moteur fonctionne alors en phase atmosphérique.



TURBOCOMPRESSEUR



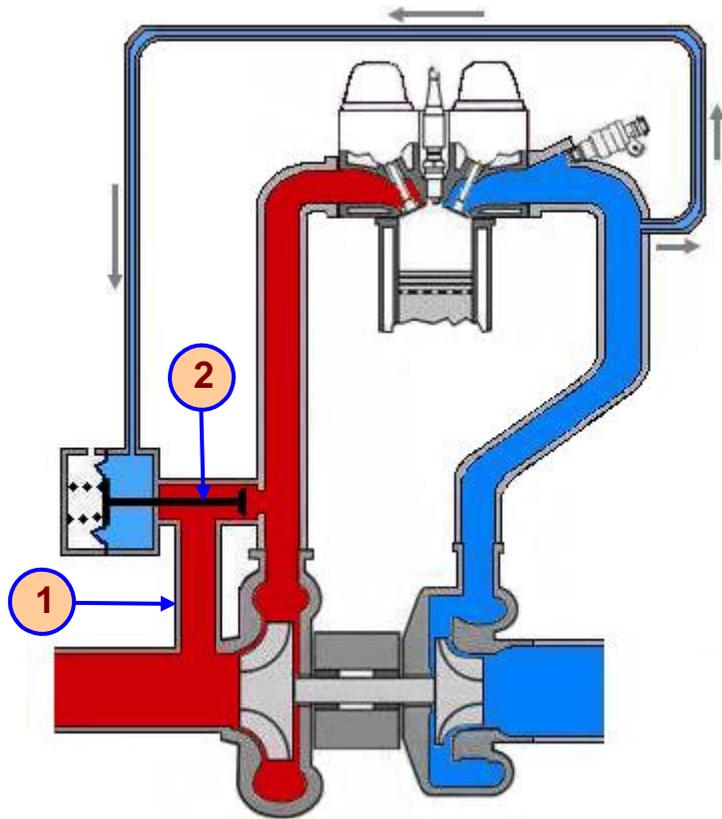
Plus le remplissage du moteur augmente, plus le "turbo" est efficace. Plus le "turbo" est efficace, plus le remplissage augmente...

Cette "escalade" entraîne des pressions et des températures dans les chambres de combustion pouvant détruire le moteur.

Pour limiter les performances du "turbo" un système régule la pression de suralimentation.

Quand la pression désirée est atteinte, une dérivation « 1 » contrôlée par une soupape « 2 » diminue le flux de gaz d'échappement sollicitant la turbine du "turbo" limitant ainsi sa vitesse de rotation.

TURBOCOMPRESSEUR



Plus le remplissage du moteur augmente, plus le "turbo" est efficace. Plus le "turbo" est efficace, plus le remplissage augmente...

Cette "escalade" entraîne des pressions et des températures dans les chambres de combustion pouvant détruire le moteur.

Pour limiter les performances du "turbo" un système régule la pression de suralimentation.

Quand la pression désirée est atteinte, une dérivation « 1 » contrôlée par une soupape « 2 » diminue le flux de gaz d'échappement sollicitant la turbine du "turbo" limitant ainsi sa vitesse de rotation.

TURBOCOMPRESSEUR

Suralimentation refroidie

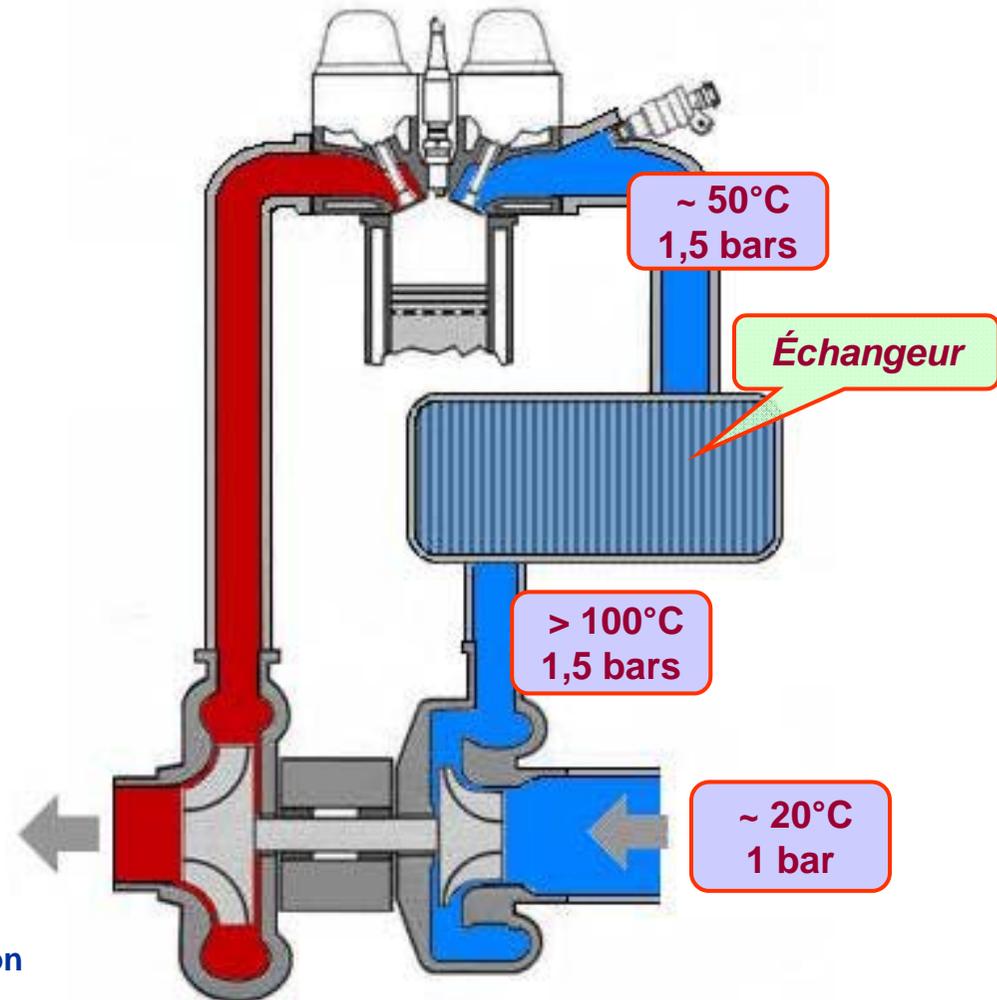
L'augmentation de la pression d'admission entraîne une augmentation importante de la température du mélange (20°C à l'entrée du turbo, $> 100^{\circ}\text{C}$ à la sortie).

Le mélange se dilate, sa densité diminue.

L'amélioration du remplissage n'est pas aussi importante qu'elle puisse l'être.

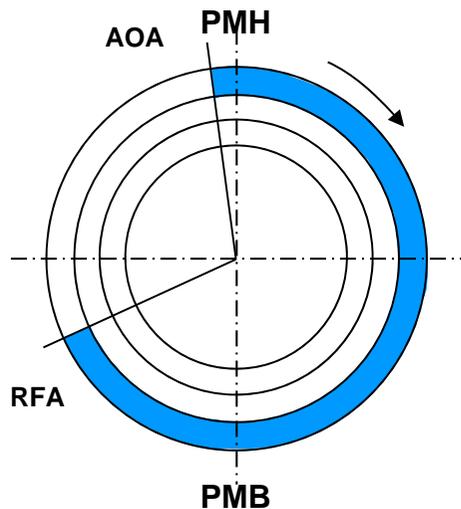
Le refroidissement de l'air (T° admission $\sim 50^{\circ}\text{C}$) à l'aide d'un échangeur améliore les performances de la suralimentation.

Chaque abaissement de 10°C de la température d'admission permet une augmentation de puissance de $\sim 3\%$.



DISTRIBUTION VARIABLE

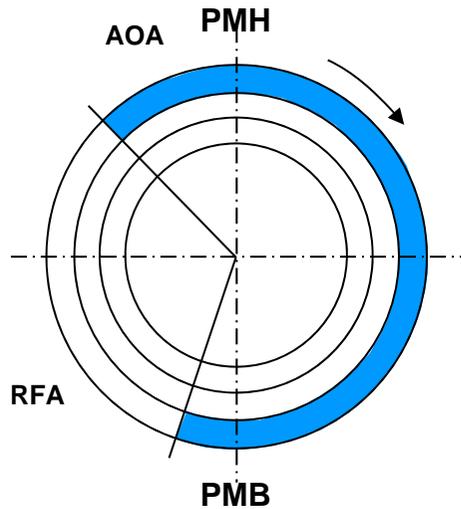
Correction retard



- Cette correction réduit ou supprime le croisement des soupapes.
- A bas régime, la réduction des gaz d'échappement résiduels améliore la combustion, le ralenti est plus régulier.
- A régime élevé, la fermeture tardive de la soupape d'admission permet d'améliorer le remplissage grâce à la haute vitesse d'écoulement acquise par la veine gazeuse.

DISTRIBUTION VARIABLE

Correction avance



- En régime intermédiaire, la vitesse de la veine gazeuse est faible.
- La fermeture de la soupape juste après le PMB évitera que la remontée du piston refoule des gaz frais par la soupape ouverte.