



Les dispositifs filtreurs d'échappement

Les différents systèmes antismog CAP, NOR, PCV et autres VVR, sont basés sur des principes un peu différents, mais ils donnent tous de bons résultats.

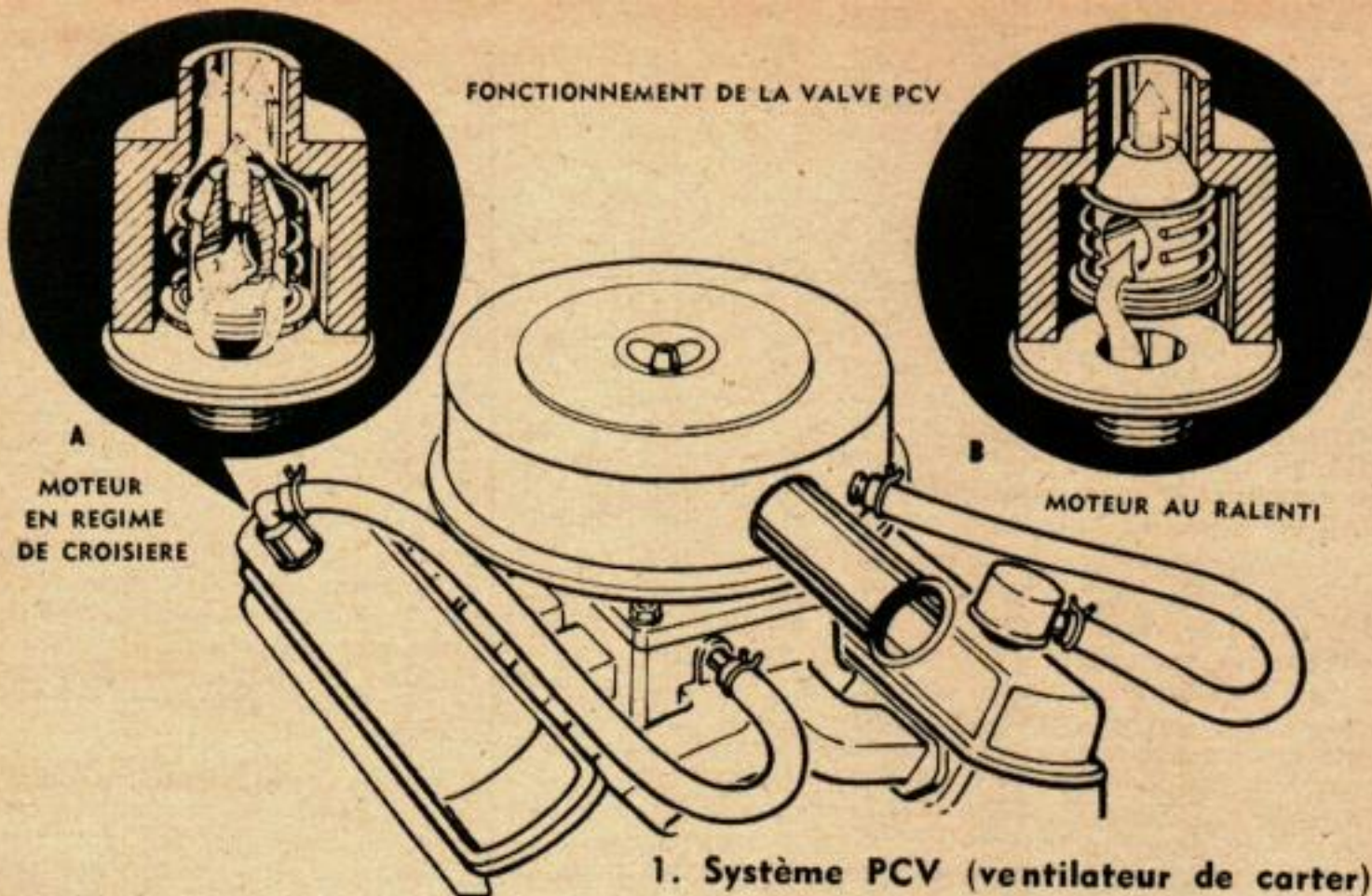
Par Robert TEMPLE

A partir des modèles de 1968 qui viennent d'être présentés, toutes les voitures neuves vendues aux Etats-Unis doivent être équipées d'un système antismog homologué. On a beaucoup discuté sur cette réglementation fédérale.

D'un côté, on a attribué aux voitures 90 % des impuretés qui souillent l'air à Los Angeles. D'un autre côté, Joe Callahan, dans un article publié par la revue commerciale bien connue, **Automotive News**, a proclamé qu'en imposant l'usage d'un dispositif antismog dans l'ensemble des Etats-Unis, on dépouille injustement les acheteurs d'un demi-milliard de dollars. Joe a peut-être raison jusqu'à un certain point.

Il y a vingt ans environ, le docteur Haagen-Smit, de l'institut de technologie de Californie, a fait l'analyse du smog de Los Angeles et en a attribué la plus grande partie à l'échappement des voitures. Dans les années qui suivirent, la Californie a promulgué une réglementation fixant la quantité d'impuretés autorisée à l'échappement des

FONCTIONNEMENT DE LA VALVE PCV



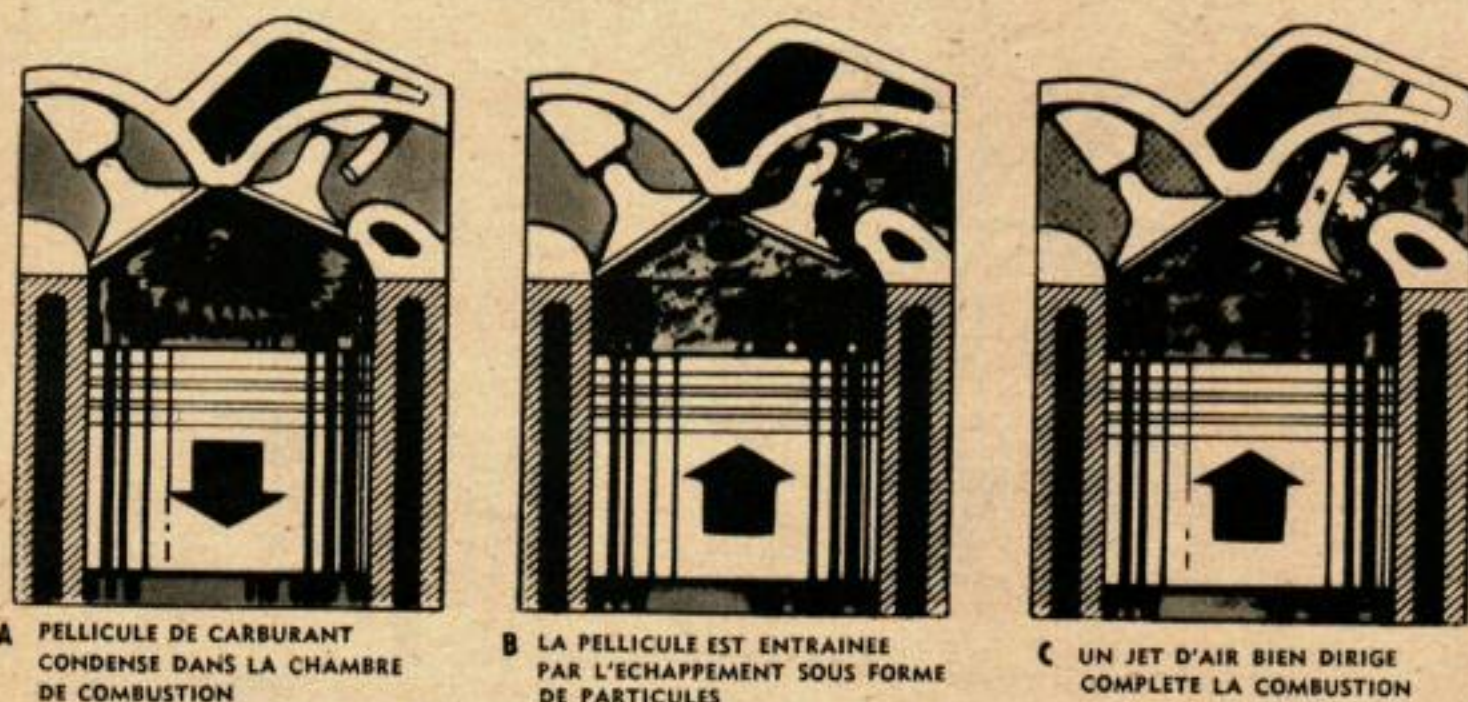
1. Système PCV (ventilateur de carter)

voitures : moins de 275/1 000 000^e d'hydrocarbures non brûlés et moins de 15/1 000^e d'oxyde de carbone. Cette réglementation a imposé la mise en œuvre de dispositifs spéciaux sur les voitures.

Lorsque le ministère américain de la Santé, de l'Education et du Bien Public a commencé à étudier une réglementation pour lutter contre la pollution de l'air dans le reste des Etats-Unis, il s'est basé sur celle de la Californie. C'était, en réalité, le seul modèle dont il pouvait s'inspirer.

Cette procédure est assez normale mais dans le cas de la lutte contre la pollution de l'air, cela présente certains inconvénients.

La réglementation de la Californie avait surtout pour but de lutter contre la pollution de l'air dans le bassin de Los Angeles. La composition du smog de Los Angeles et les conditions qui leur donnent naissance sont si particulières qu'on ne les retrouve presque dans aucune région du monde. En se basant sur le modèle californien pour établir la réglementation fédérale, on force en quelque sorte l'acheteur d'une voiture neuve à payer un dispositif destiné à lutter contre le smog de Los Angeles, même s'il habite dans une autre région très éloignée. L'effet que pourrait avoir le dispositif sur la pollution de l'air dans certaines régions serait négligeable.



2. Elimination de la combustion incomplète par injection d'air

Mais controversé à part, il est certain que tous les constructeurs d'automobiles américains équipent leurs voitures d'un des dispositifs homologués et il semble qu'il en sera ainsi longtemps encore. Il y a donc intérêt à voir comment ces dispositifs fonctionnent.

Les techniciens de la General Motors ont découvert que 20 % environ des hydrocarbures non brûlés émis par le moteur proviennent du système de ventilation du carter de vilebrequin. La solution de ce problème consiste à canaliser les gaz de sortie vers la tubulure d'admission d'où ils retournent au moteur et peuvent être brûlés. Ce système s'appelle (positive crankcase ventilation).

Un système typique de ventilation de carter monté sur moteur V-8 est montré en figure 1. L'air provenant du filtre à air du carburateur est envoyé au moteur à travers le bouchon fermé de plein d'huile. Cet air traverse toutes les parties du moteur où il entraîne les vapeurs et les impuretés pour aboutir à une valve de sortie à l'autre bout. Un tube canalise l'air pollué vers une entrée de la tubulure d'admission.

La valve de sortie régularise la décharge des impuretés du moteur dans l'admission d'air en fonction d'un régime du moteur pour ne pas dérégler le taux de mélange d'admission. Dans la vue A, le moteur tourne vite et la dépression est faible. Le ressort ouvre la valve, permettant le passage maxi-

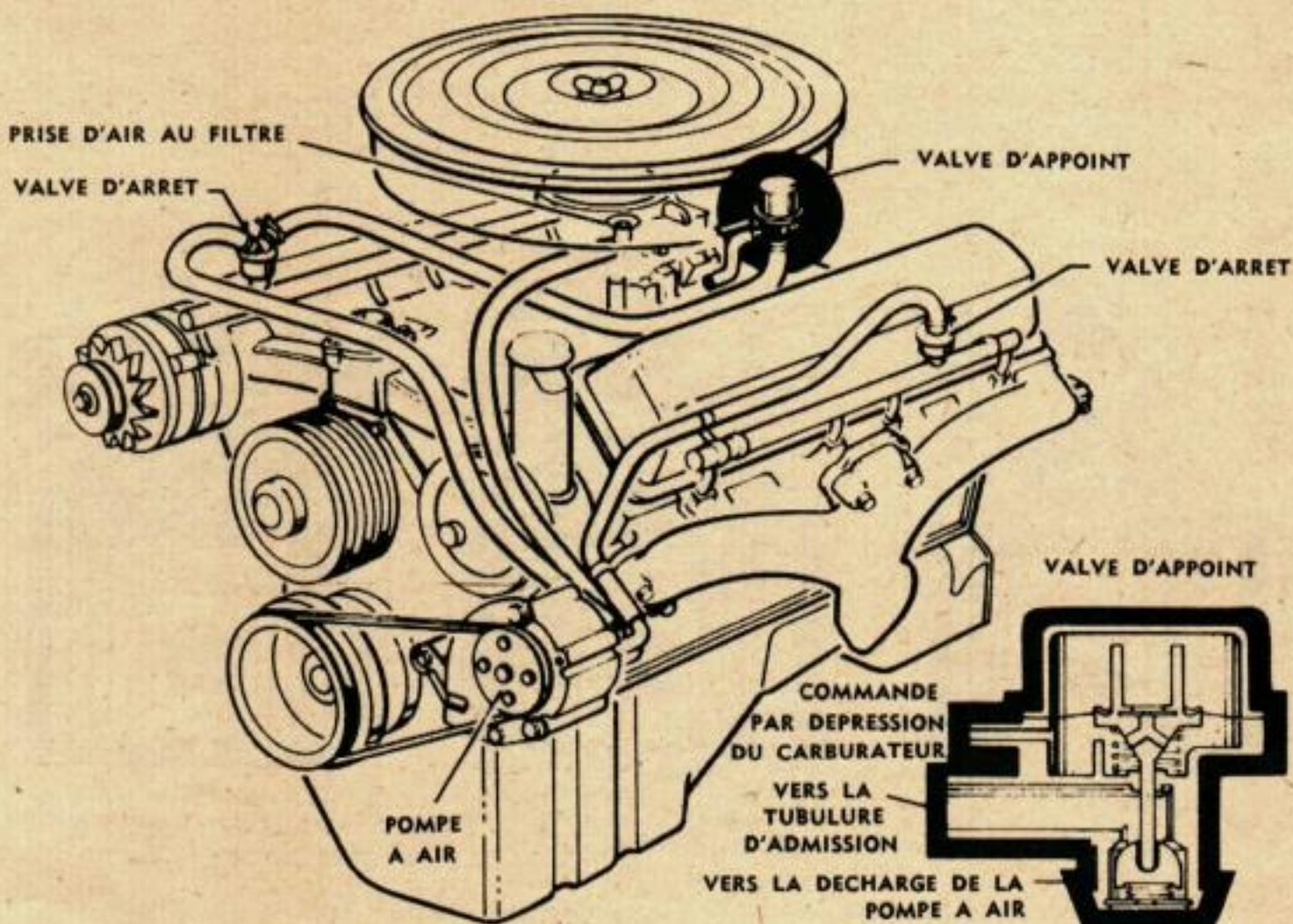
mal des gaz pollués. Dans la vue B, le moteur tourne au ralenti, la dépression est forte. La dépression aspire la valve qui ferme le passage en comprimant le ressort. La décharge de vapeurs du carter est réduite parce qu'elle ne peut passer que par le trou central de la valve.

La General Motors a mis au point un moyen pour photographier la progression de la combustion dans un moteur en fonctionnement. On s'est aperçu ainsi que la flamme, dans sa progression dans la chambre de combustion, se refroidit au contact des surfaces moins chaudes où se dépose une pellicule de carburant non brûlé.

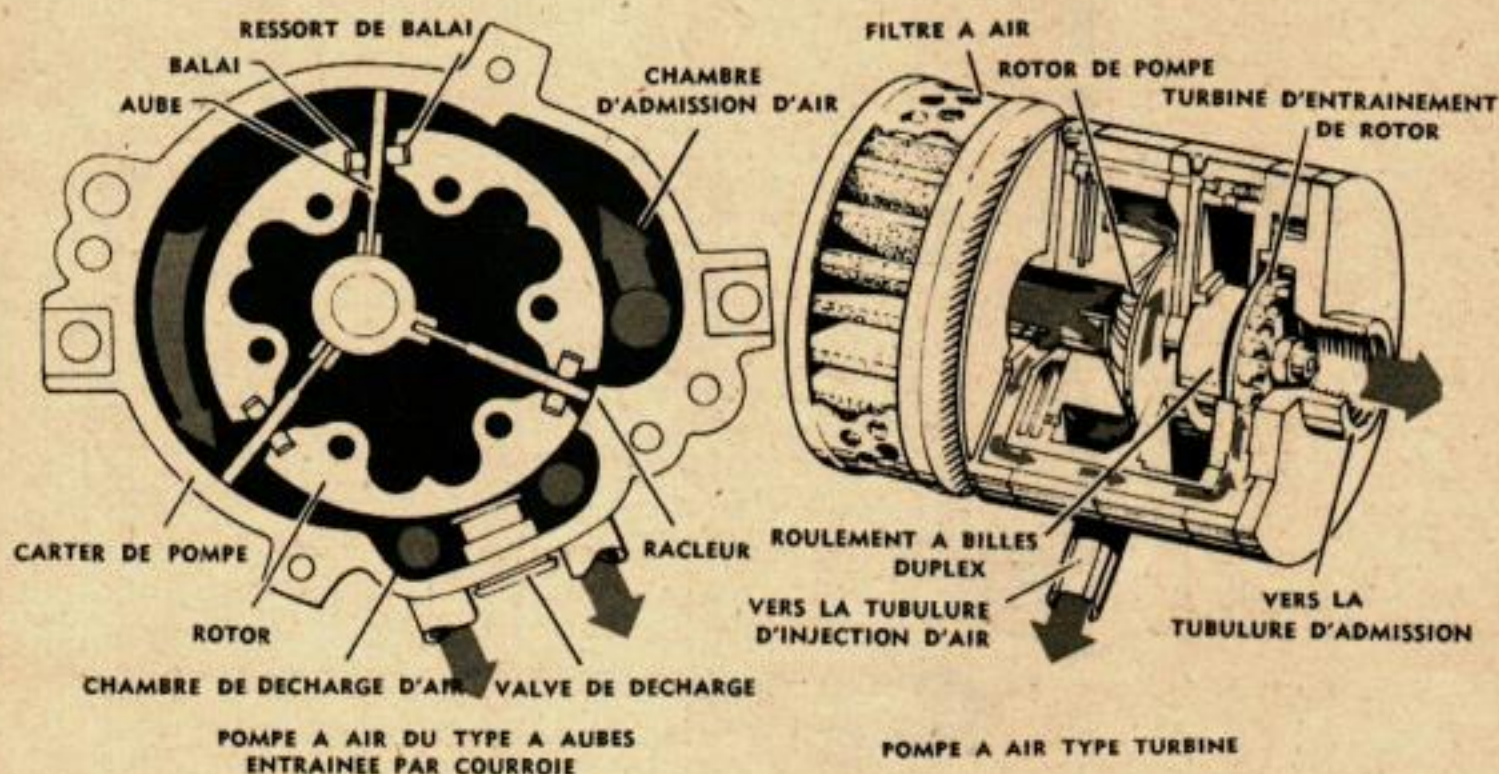
La découverte de ce phénomène permet d'envisager l'élimination d'hydrocarbures non brûlés à l'intérieur même du moteur, au lieu de les supprimer par des dispositifs extérieurs, à base de post-combustion ou de pots d'échappement catalytiques. On a étudié pour cela deux méthodes.

La première est du type à injection d'air qui allume les particules de carburant non brûlé au moment où elles passent dans la tubulure d'échappement. Pour comprendre ce qui se passe, voir figure 2, vue A. La bougie a allumé le mélange et la flamme progresse dans la chambre de combustion. Dans la vue B, on voit que la pellicule de carburant non brûlé est normalement entraînée par les gaz d'échappement quand la soupape d'échap-

3. Système d'injection d'air monté sur le moteur



4. Pompes pour système à injection d'air



pement s'ouvre. Ces illustrations donnent une représentation exagérée. En réalité, le carburant non brûlé n'est que de 1 % en régime de croisière à 5 % lorsque le régime baisse.

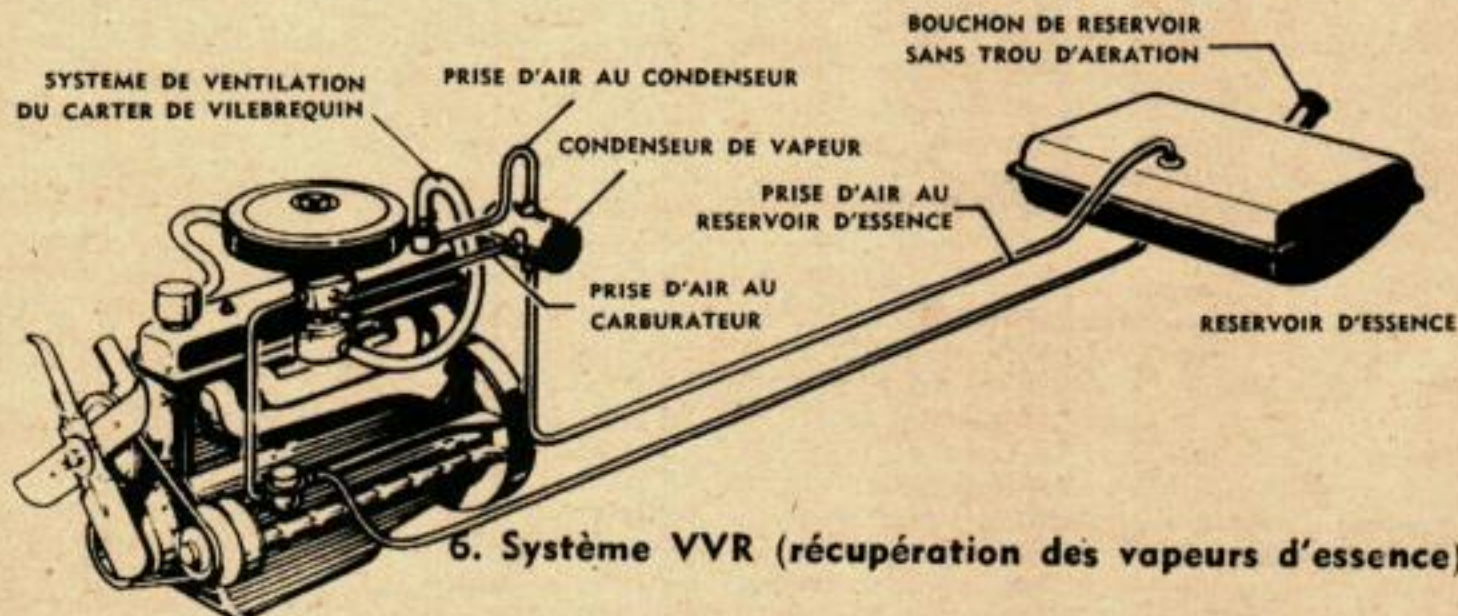
Avec le système à injection d'air, une alimentation d'air se produit à la sortie du cylindre pour allumer le carburant non brûlé, comme on voit en C.

Le système à injection d'air augmente d'une façon considérable l'encombrement du compartiment moteur comme on voit en figure 3. Une pompe à air entraînée par courroie est alimentée en air par une canalisation venant du filtre à air du carburateur et envoie l'air sous pression dans les tubulures d'air qui se trouvent le long des tubulures d'échappement. Une valve d'arrêt montée sur chaque tubulure d'air empêche les gaz d'échappement de pénétrer dans la circulation d'air.

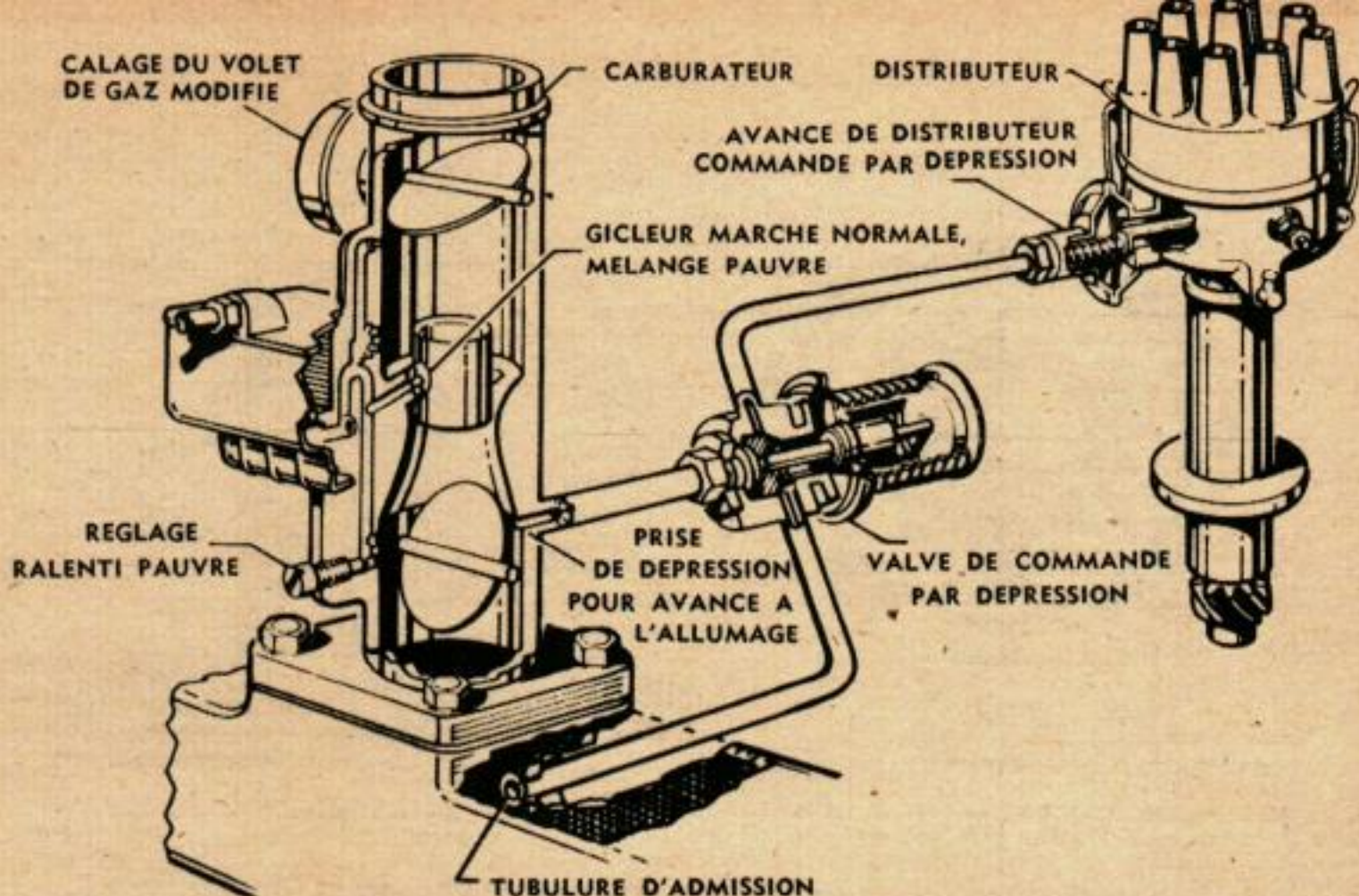
L'air de la pompe est également envoyé vers une valve de compensation fonction-

nant par dépression. Cette valve est nécessaire parce que l'oxygène manque dès que le régime du moteur baisse à cause du volet des gaz fermé. L'injection d'air à la sortie du cylindre provoquerait un retour de flamme au moment où le carburant non brûlé est allumé si l'alimentation d'oxygène n'est pas activée. La valve de compensation s'ouvre sous l'action de la dépression quand on décélère et une quantité d'air suffisante pour compenser le manque d'oxygène pénètre dans la tubulure d'admission.

L'alimentation d'air du système d'injection est assurée par une pompe à aubes entraînée par courroie (figure 4). La roue à aubes tourne sur un axe monté au milieu du carter de pompe. Les aubes coulissent dans le rotor qui tourne sur un axe excentré, et sont alternativement sorties et rentrées à chaque tour du rotor. L'air entraîné entre les aubes est comprimé entre le rotor et la paroi



6. Système VVR (récupération des vapeurs d'essence)



5. Système CAP (carburation adaptée)

convergente du carter quand le rotor tourne sur son axe excentrique. Les aubes sont colmatées à leur passage à travers la paroi du rotor par des balais en carbone appliqués par des ressorts. Comme le calage des aubes change constamment, chaque aube oscille sur un axe séparé.

Une pression trop forte aux sorties d'air vers les sorties des cylindres ferait monter sérieusement les températures. Pour éviter cela et empêcher la pompe d'être endommagée par des pressions trop élevées, une valve de décharge est montée dans la chambre de décharge de la pompe.

La nouvelle réglementation antismog crée des problèmes pour les voitures d'importation ou autres qui n'ont pas beaucoup de place sous le capot moteur. Cela rend l'installation d'une pompe entraînée par courroie alignée avec la poulie de vilebrequin difficile. L'A.M.F. Chromalloy a mis au point une pompe à air entraînée par turbine qu'on peut monter n'importe où parce qu'il suffit d'établir des connexions par tuyaux souples.

Le fonctionnement de la pompe est illustré en fig. 4. Elle fonctionne par la différence de pression entre l'air ambiant et la tubulure d'admission. L'air pénètre dans la pompe par le filtre qui est à gauche et il est canalisé à la fois vers le rotor de la pompe et vers la turbine d'entraînement de la pompe. L'air qui frappe les aubes de cette dernière fait tourner l'axe de la pompe et son rotor à 30 000 tr/mn et sort ensuite vers la tubulure d'admission à droite. La

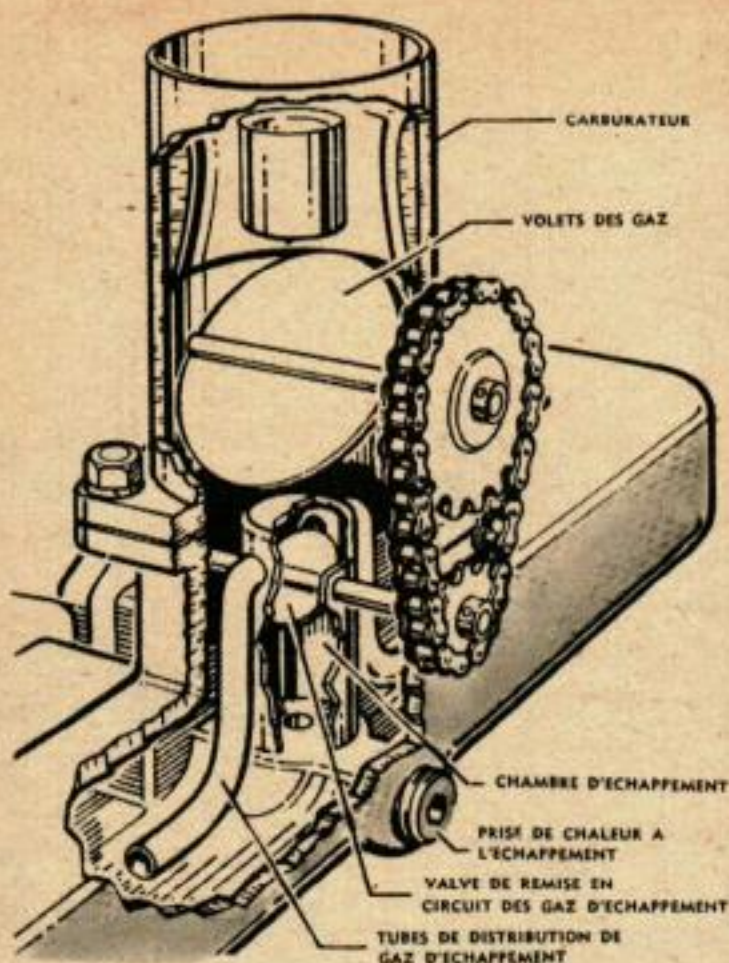
pompe comprime l'air vers la fente étroite sur le bord du rotor.

L'air sort ensuite par le fond vers la tubulure d'air. Le reste du système d'injection d'air est à peu près celui utilisé pour la pompe excentrique.

Chrysler emploie une autre méthode pour combattre la pollution de l'air. Au lieu d'encombrer le moteur avec tous les accessoires du système d'injection d'air, Chrysler utilise un système un peu moins compliqué de mélange de carburant et de contrôle de synchronisation pour réduire les impuretés dans les gaz d'échappement.

Le système Chrysler s'appelle C.A.P. (Clean Air Package). Une combinaison de mélanges pauvres de carburant et de températures de combustion plus élevées obtenues par un allumage retardé pendant les périodes de fonctionnement où le moteur produit le plus d'impuretés sont à la base de ce système, qui est illustré en fig. 5.

Dans le système C.A.P., on utilise un réglage différent du volet de gaz. Le volet s'ouvre un peu plus tôt, ce qui réduit la période de mélange riche en carburant quand on laisse chauffer le moteur. Les réglages de gicleurs pour la marche normale et le ralenti sont moins riches que d'habitude. Le mécanisme d'avance au distributeur permet environ 5° de retard de plus que d'habitude, et l'avance de dépression au distributeur est commandée par une valve de commande qui est interposée entre la prise de dépression pour l'avance à l'allumage et une prise de dépression dans la tubulure d'admission.



7. Système NOR (réduction d'oxydes nitriques)

Quand on fait tourner le moteur moins vite ou quand on le met au ralenti, la forte dépression de la tubulure d'admission est surmontée par le ressort de la valve de commande et l'allumage est retardé.

Le retard à l'allumage et le mélange pauvre font monter les températures dans la chambre de combustion. La puissance plus faible au ralenti exige une ouverture plus grande du volet de gaz, ce qui laisse entrer plus d'air pour la combustion du carburant non brûlé.

Deux autres sources d'hydrocarbures non brûlés sont le réservoir à essence et les événements de la cuve du carburateur, d'où l'essence s'évapore. L'Atlantic Richfield Co de Los Angeles, a mis au point un système V.V.R. (Vehicle Vapor Recovery), illustré figure 6, pour éliminer ces sources.

On estime que la perte moyenne par évaporation est de 32 g pour un petit trajet, par le trou d'aération du réservoir. Les pertes par évaporation au carburateur se produisent presque uniquement pendant la période de « propagation » quand on vient de couper l'allumage. Le moteur est encore chaud et la cuve du carburateur voit sa température monter vers 65 ou 90° C, ce qui cause une évaporation rapide du carburant.

Avec le système V.V.R. les événements du réservoir d'essence et de la cuve du carburateur sont reliés par canalisations à un condenseur monté sur le tableau de bord du véhicule. Il n'y a aucune issue vers l'air extérieur. Le carburant condensé retourne au réservoir, tandis que les vapeurs qui restent

encore sont canalisées vers le système de ventilation du carter de vilebrequin pour être brûlées.

Un trait de la lutte contre les impuretés dans les gaz d'échappement, c'est que tout gain d'un côté semble produire une perte d'un autre côté. Les températures élevées qui sont produites par les mélanges pauvres et les retards de synchronisation qu'on met en œuvre pour réduire les taux d'hydrocarbures non brûlés et d'oxyde de carbone, conduisent les unes et les autres à la formation d'oxydes azotés. Ces composés sont parmi les plus nocifs des éléments qui composent le smog photochimique.

Un des premiers essais faits en prévision de la nouvelle réglementation pour la lutte contre les émissions d'oxydes nitriques est le N.O.R. (Nitric Oxide Reduction). Ce système a été également mis au point par Atlantic Richfield. Ce système a pour but de réduire les températures de pointe de la chambre de combustion, tout en réduisant la concentration de l'oxygène dans le mélange air-essence en renvoyant une partie des gaz d'échappement vers la tubulure d'admission. Ce système est illustré fig. 7. Une chambre de la tubulure d'admission est reliée à la tubulure d'échappement d'une part, aux branches de la tubulure d'admission d'autre part. La chambre a un papillon pour régler l'arrivée des gaz d'échappement de la tubulure d'échappement de sorte que le mélange reste constant quel que soit le régime du moteur. Le papillon de la chambre est actionné par pignons et chaîne, par l'axe du volet de gaz, de sorte que la correspondance entre les deux volets reste constante. D'après le constructeur, le système N.O.R. réduit de plus de 75 % les émissions d'oxyde nitrique et a donné pleine satisfaction.

Les dispositifs antismog coûtent cher à installer et à entretenir. Ils diminuent la puissance du moteur et ils causeront sans doute quelques ennuis par échauffement. Une réglementation imposée à l'ensemble des E.-U. pour résoudre un problème limité à la région de Los Angeles, cela peut sembler draconien. Mais à longue échéance, cela peut empêcher l'atmosphère de devenir irrespirable.

E.-A. Schuck, du centre de recherches sur la pollution de l'air de l'université de Californie à Riverside, estime qu'il faut cesser complètement de brûler les combustibles fossiles — gaz, charbon, pétrole — dans les années à venir si l'on ne veut pas détruire la civilisation. D'après lui, la terre est comme un vaisseau spatial avec une provision limitée d'oxygène; la combustion des hydrocarbures a pour effet de remplacer progressivement l'oxygène par du gaz carbonique. S'il en est ainsi, votre dispositif antismog qui coûte à peu près 50 dollars (250 F), est une prime d'assurance sur la vie des futures générations, même si vous habitez loin des grands centres où la pollution atteint dès maintenant des proportions inquiétantes.