Le diesel sans particules : une percée technologique majeure*

Parmi les efforts de recherche et de développement que conduit le groupe PSA Peugeot Citroën dans le domaine des moteurs diesel, le filtre à particules constitue une percée technologique majeure. En supprimant quasi totalement particules et fumées, ce système renforce les atouts du moteur diesel dans le domaine de l'environnement et de la qualité de l'air.

Au terme de 18 mois de recherche et de 400 millions de francs d'investissement, le groupe a présenté au mois d'avril dernier un système qui révolutionne l'univers du diesel. Il s'agit du filtre à particules (FAP), et la toute nouvelle Peugeot 607 est la première voiture a bénéficier de cette innovation.

Une innovation rendue possible grâce au « common rail »

Avec l'introduction de moteurs diesel à injection directe haute pression (HDi) dotés de la technologie dite « common rail », ce groupe avait déjà franchi une étape importante en matière de dépollution puisque ce type de moteur offre la possibilité de maîtriser les différentes phases de la combustion et, par conséquent, de réduire de près de moitié l'émission de particules par rapport aux moteurs de la génération précédente (de 0,06 g/km à 0,035 g/km). En effet, le système d'injection « common rail » délivre des pressions d'injection de l'ordre de 1 350 bars, ce qui permet une pulvérisation du carburant extrêmement fine et une meilleure homogénéité du mélange carburé. Dès lors, la combustion n'en est que meilleure. Il en va de même de la chambre de combustion (endroit du cylindre où s'effectue la transformation du mélange air/carburant en énergie mécanique) qui a été étudiée afin d'optimiser les rendements aérodynamique et thermodynamique. Enfin, le processus d'usinage des cylindres a permis de réduire de façon optimale la consommation d'huile.

La régénération : une difficulté surmontée

Avec le filtre à particules, les émissions de particules sont encore réduites et ce, à la limite du mesurable (0,004 g/km).

Les particules

Les particules diesel sont constituées de microbilles (microsphérules) de carbone, d'un diamètre proche de 0,05 µm, sur lesquelles se sont fixés et condensés des hydrocarbures qui proviennent du carburant et du lubrifiant. De l'eau et des sulfates sont également présents en surface.

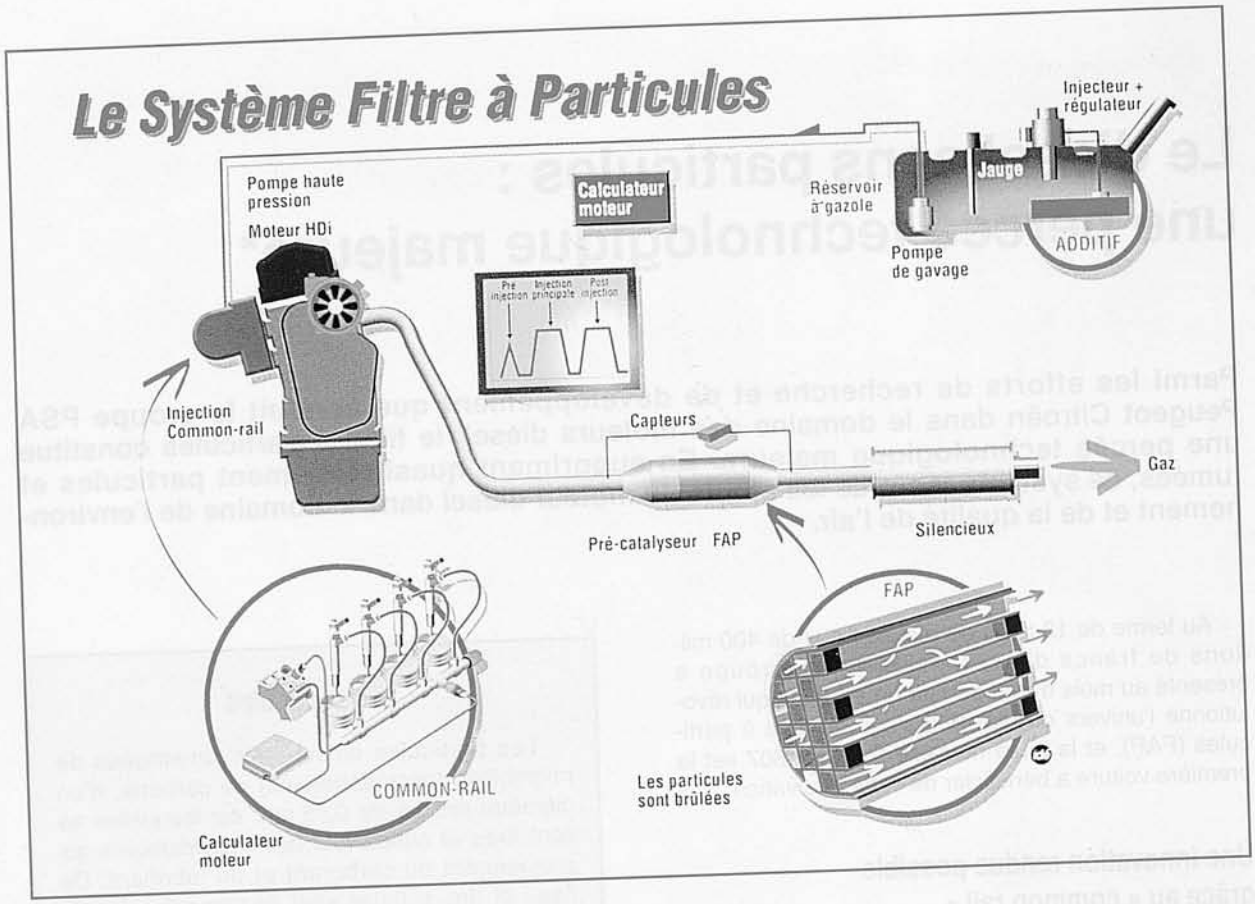
Lors d'une accélération, des zones de la chambre de combustion peuvent être localement trop enrichies de carburant. La combustion se fait alors incomplètement par manque d'oxygène, ce qui entraîne la formation de particules.

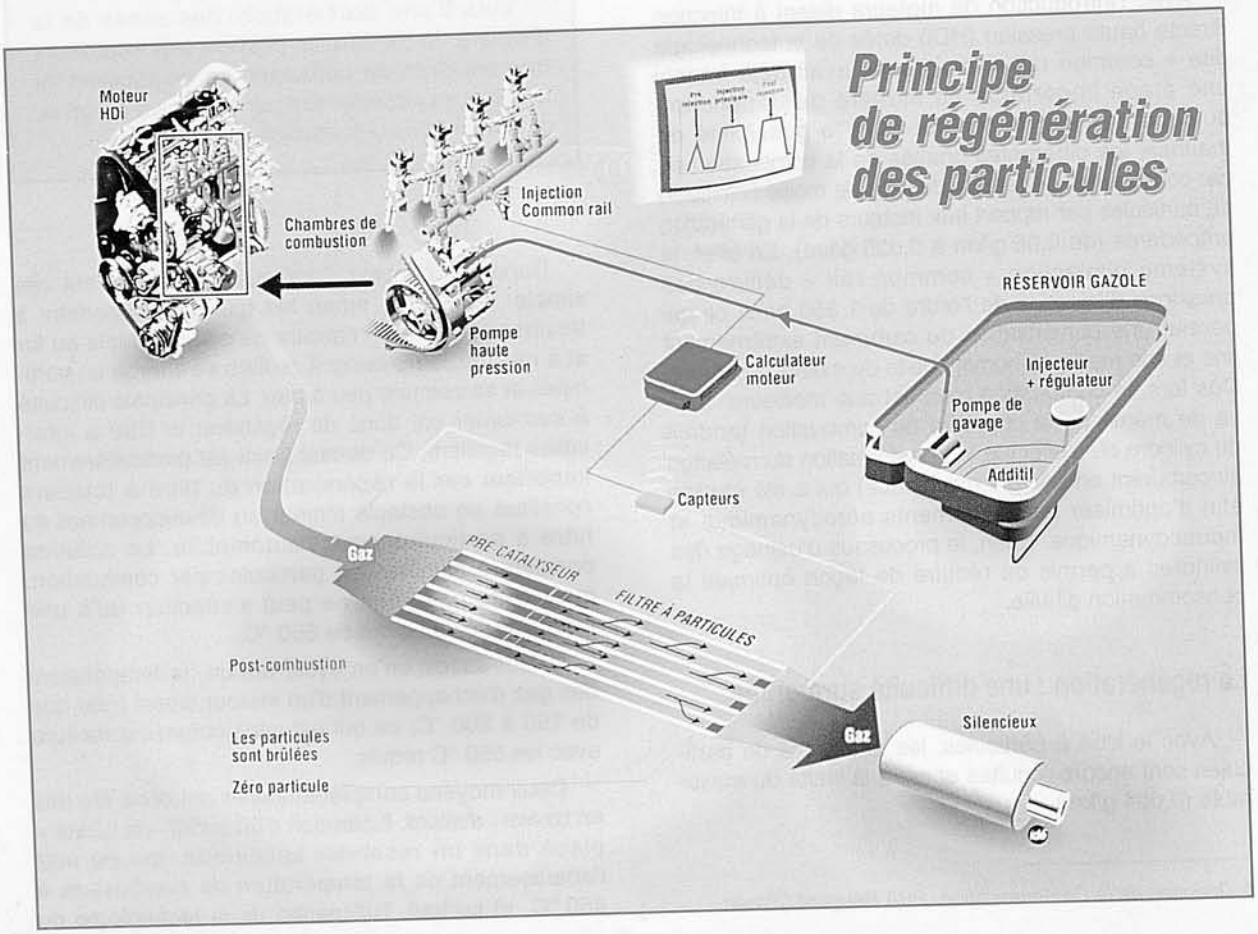
Dans son principe, l'opération de filtrage est très simple. Il s'agit de forcer les gaz d'échappement à traverser un filtre en carbure de silicium. Mais au fur et à mesure, on le conçoit, le filtre se charge en particules et se colmate peu à peu. La principale difficulté à surmonter est donc de régénérer le filtre à intervalles réguliers. Ce dernier point est particulièrement important car la régénération du filtre a toujours constitué un obstacle majeur au développement du filtre à particules pour l'automobile. La solution consiste à éliminer les particules par combustion, mais cette opération ne peut s'effectuer qu'à une température de l'ordre de 550 °C.

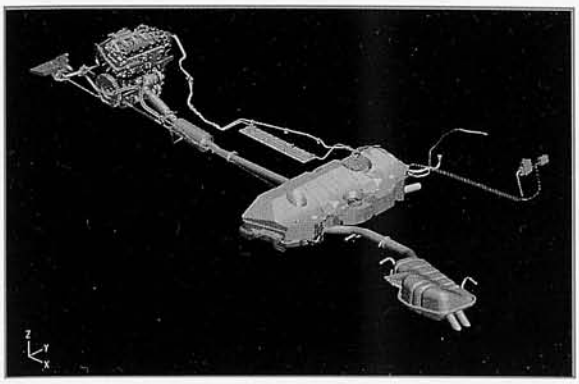
Il faut savoir qu'en cycle urbain, la température des gaz d'échappement d'un moteur diesel n'est que de 150 à 200 °C, ce qui est sans commune mesure avec les 550 °C requis.

Deux moyens complémentaires ont donc été mis en œuvre : d'abord, l'utilisation d'un additif – la cérine – placé dans un réservoir spécifique, qui permet l'abaissement de la température de combustion à 450 °C, et surtout, l'utilisation de la technologie du

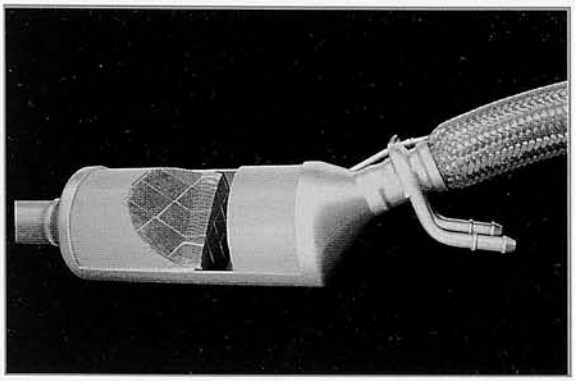
* *Direction de la Communication. PSA Peugeot Citroën.*


Le Système Filtre à Particules
Injecteur + régulateur
Pompe haute pression
Moteur HDi
Calculateur moteur
Réservoir à gazole
Jauge
ADDITIF
Pompe de gavage
Pré injection
Injection principale
Post injection
Injection Common-rail
Capteurs
Gaz
Pré-catalyseur FAP
Silencieux
FAP
COMMON-RAIL
Les particules sont brûlées
Calculateur moteur


Principe de régénération des particules
Moteur HDi
Chambres de combustion
Injection Common rail
Pompe haute pression
RÉSERVOIR GAZOLE
Calculateur moteur
Injecteur + régulateur
Pompe de gavage
Additif
Capteurs
Gaz
PRÉ-CATALYSEUR
FILTRE À PARTICULES
Post-combustion
Les particules sont brûlées
Zéro particule
Gaz
Silencieux



Représentation du moteur DW12DW (en haut à gauche) équipé du système FAP.



Support filtrant en carbure de silicium.

moteur HDi « common rail ». En effet, grâce à la gestion électronique du système, il est possible de déclencher une post-injection pendant la phase de détente dans les cylindres, et par conséquent une seconde combustion. Cette « post-combustion » a pour effet de provoquer une hausse de la température des gaz d'échappement de l'ordre de 200-250 °C. Mais cette seconde injection génère à son tour une petite quantité d'hydrocarbures imbrûlés qui est éliminée par une seconde post-combustion générée au niveau d'un catalyseur d'oxydation placé en avant du FAP. C'est cette seconde post-combustion qui amène les gaz d'échappement à la température finale de 450 °C.

Dans la pratique, la régénération du filtre intervient de façon automatique tous les 400 à 500 km. Elle est déclenchée par des capteurs de pression qui informent le calculateur de gestion du moteur. La régénération complète ne nécessite que deux à trois minutes, et le filtre est conçu pour durer toute la vie de l'automobile. Toutefois, pour restaurer sa perméabilité en éliminant les résidus de combustion, un nettoyage à l'eau sous haute pression doit être effectué tous les 80 000 km.

S'inscrivant dans une stratégie d'ensemble de réduction des émissions polluantes, le filtre à particules élimine 99,9 % des particules. Il donne donc au moteur diesel HDi un avantage écologique déterminant. De plus, totalement indiscernable par le conducteur, l'utilisation du filtre à particules n'a aucune incidence sur l'agrément de conduite et ce, quelles que soient les conditions de roulage. De quoi balayer les éventuelles réticences face à ce type de motorisation.

Qu'est-ce que le FAP ?

Le filtre à particules est une structure poreuse en carbure de silicium, constituée de canaux qui piègent les particules au passage des gaz d'échappement. Ce filtre a une très grande capacité de filtration et de rétention des particules. La filtration est permanente et la régénération intervient tous les 400 à 500 km environ.

Pratiquement, le FAP se compose de trois éléments :

1. un support filtrant associé à un précatalyseur placé en amont et doté de capteurs de contrôle de la température et de la pression ;
2. un logiciel évolué de commande et de contrôle du moteur HDi « common rail » qui pilote la régénération du filtre et l'autodiagnostic du système ;
3. un système d'additif de carburant qui est intégré au véhicule. L'additif, l'Eolys®, est un composé à base de cérine.