



La pollution des moteurs Diesel

La réduction de la pollution automobile reste l'un des objectifs principaux pour l'avenir. L'adoption du système d'injection common rail permet une meilleure combustion. Ceci engendre un gain important en termes de consommation de carburant et d'émissions polluantes.

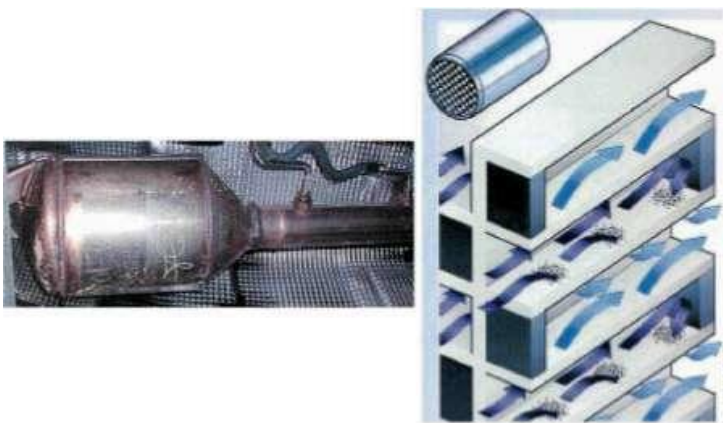
Le problème majeur des moteurs Diesel reste les fumées (ou « particules ») visibles à l'échappement lors des fortes accélérations. Ceci contribue à véhiculer une image négative des moteurs Diesel.

Que sont les particules ?

Les émissions produites à l'échappement sont essentiellement gazeuses, parfois liquides, et dans une faible proportion solides.

Les particules naissent au cours de la combustion, dans les zones trop riches du mélange air/carburant. Elles sont constituées d'un noyau de carbone qui sert de support aux différents résidus solides ou liquides environnants.

La réponse de RENAULT : le filtre à particules (FAP)

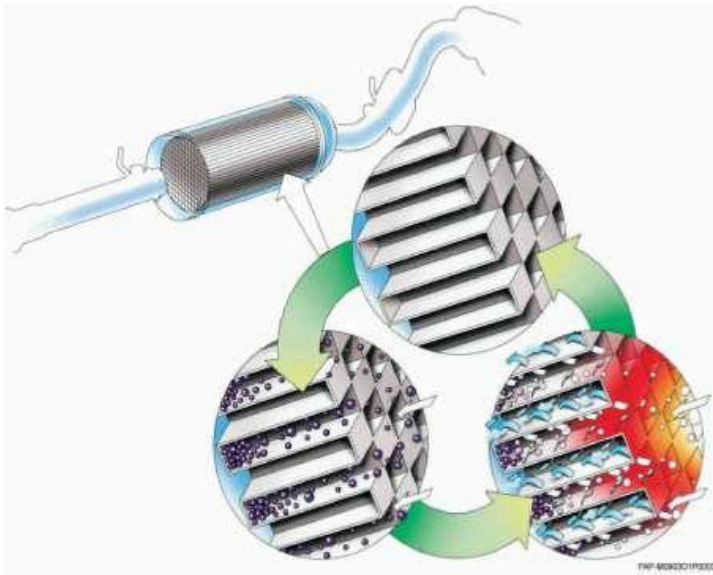


Le filtre à particules se trouve sur la ligne d'échappement, après le catalyseur d'oxydation. Des capteurs informent le calculateur du fonctionnement du système.

Le filtre à particules est constitué d'un monolithe en céramique spéciale imprégné de métaux précieux.

La forme est comparable à celle d'un catalyseur classique. Cependant, dans le cas du FAP, un conduit sur deux est obstrué. Entre chaque canal, le matériau imprégné est poreux, permettant aux gaz d'échappement de le traverser.

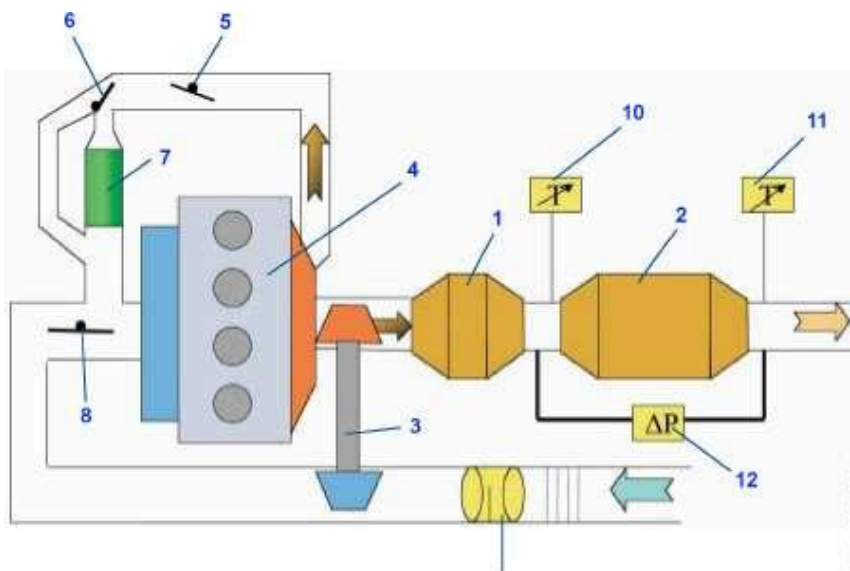
Grâce à cette architecture, les gaz traversent et les particules sont piégées dans les parois et au fond des canaux bouchés. On appelle cela la phase de "chargement"



L'accumulation des particules dans le filtre augmente la contre-pression à l'échappement. Lorsque le seuil de chargement est atteint, il est nécessaire de « brûler » les particules stockées dans le filtre. C'est le rôle de la « régénération ».

La régénération nécessite une température minimale de 570 °C en entrée du filtre à particules. Après l'opération de régénération, le filtre est de nouveau vide, une nouvelle phase de chargement commence.

Schéma général du système



- 1 Catalyseur d'oxydation.
- 2 Filtre à particules.
- 3 Turbocompresseur.
- 4 Moteur.
- 5 Vanne EGR.
- 6 Volet by-pass EGR.
- 7 Refroidisseur de gaz d'échappement recyclés.
- 8 Volet d'admission (étouffoir).
- 9 Débitmètre d'air.
- 10 Capteur de température amont filtre à particules.
- 11 Capteur de température aval filtre à particules.
- 12 Capteur de pression différentielle filtre à particules.

La régénération



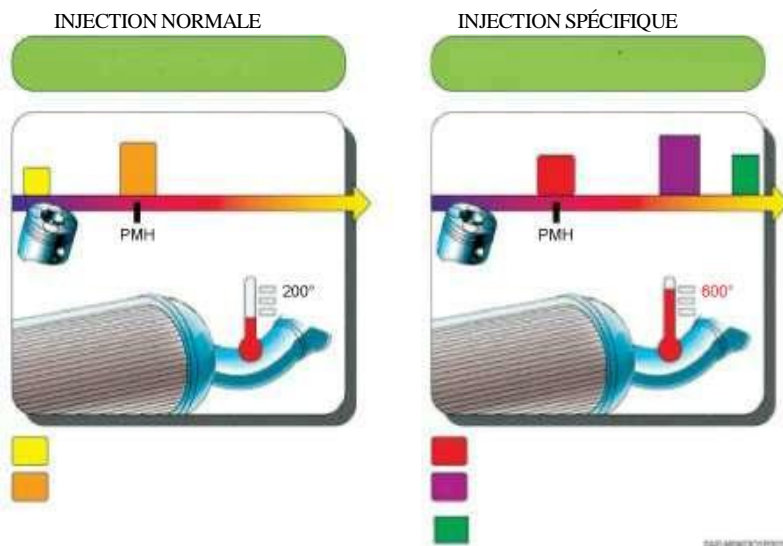
Régénération spontanée

La réaction d'oxydation dans le catalyseur produit du dioxyde d'azote (NO_2). La combinaison du dioxyde d'azote et de l'imprégnation catalytique du FAP produit la diminution de la quantité de particules dans le filtre à partir de 350 °C (réaction catalytique).

Cependant, cette température n'est atteinte que lorsque le moteur est fortement sollicité (autoroute à forte charge, par exemple), on parle alors de **régénération spontanée**. **Pour effectuer cette opération, il est nécessaire de rouler à plus de 80 km/h. Cette phase de régénération du FAP peut durer jusqu'à 20 minutes.**

Lors de roulages à faible vitesse, la température des gaz d'échappement est insuffisante pour obtenir la régénération spontanée. Pour palier à cela, le calculateur d'injection dispose de plusieurs stratégies permettant d'atteindre la température nécessaire à la combustion des particules (570 °C).

Régénération par combustion : injection spécifique et post-injection



Pré-injection Injection principale
Pré-injection Injection principale
Post-injection

En fonctionnement normal, l'injection de carburant se passe en deux temps :

- une pré-injection d'une faible quantité de carburant avant le point mort haut,
- une injection principale au niveau du point mort haut.

Ceci permet au carburant de s'enflammer progressivement et ainsi de réduire les bruits de fonctionnement et les émissions polluantes.

Lorsque le calculateur détermine qu'il devient nécessaire de régénérer le filtre à particules, il passe en mode d'injection spécifique.

La pré-injection et l'injection principale sont décalées. Une post injection intervient également après le point mort haut.

De même, le calculateur continue d'injecter durant les phases de lâché de pied.

Injecter tardivement provoque énormément de HC. Ces HC sont traités dans le catalyseur d'oxydation, ce qui a pour conséquence de générer une quantité importante de chaleur.

Lorsque la température des gaz d'échappement dépasse 570 °C, les particules brûlent dans l'oxygène résiduel des gaz.

Remarque : Pendant cette phase, l'EGR est désactivé. En effet, l'EGR abaisse la température de combustion, ce qui ne favorise pas la régénération.

Stratégie particulière : activation des consommateurs électriques

Pour atteindre plus facilement la température de régénération, le calculateur active des consommateurs électriques (moto ventilateurs de refroidissement, thermoplongeurs et lunette arrière dégivrante), afin d'augmenter la charge moteur par l'alternateur.

Ceci contribue à la hausse de la température de combustion nécessaire à la régénération.

Évaluation du besoin de régénérer

Le calculateur évalue le besoin de régénérer en fonction de deux critères :

- la distance parcourue depuis la dernière régénération,
- la masse de particules estimée dans le filtre.

La demande de régénération intervient :

- après 1 000 km ou 35 g estimés en roulage urbain (vitesse moyenne supérieure à 25 km/h depuis la dernière régénération),
- après 500 km ou 15 g estimés en roulage extra-urbain (vitesse moyenne supérieure à 90 km/h depuis la dernière régénération).

Le calculateur prend en compte le premier des deux seuils atteint.

Alertes au tableau de bord et sécurités

Après 1 100 km sans possibilité de régénération (ou 37,5 g de particules estimées), le calculateur désactive le recyclage des gaz d'échappement afin de limiter la production de particules supplémentaires.

Lorsque le chargement du filtre atteint 40 g (sans limite kilométrique), un message d'alerte niveau 1 s'allume au tableau de bord.

Ce message incite le conducteur à chercher la possibilité de régénérer.

FILTRE À PARTICULES À RÉGÉNÉRER

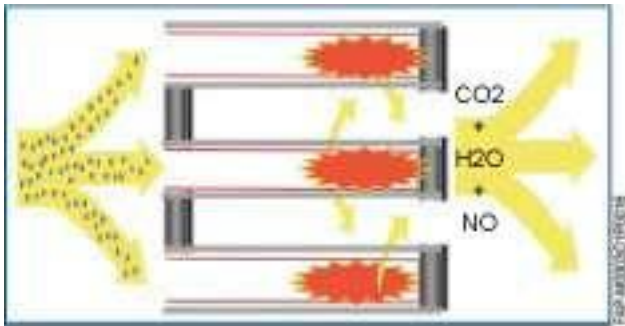
Si le chargement atteint 45 g, il y a risque de colmatage du filtre. Le voyant STOP s'allume (alerte niveau 2). Il est nécessaire de conduire le véhicule dans le réseau RENAULT. Le moteur fonctionne en mode dégradé (limitation des performances afin de réduire la production de particules) et toute régénération est interdite.

En effet, la combustion d'une quantité trop importante de particules peut provoquer un emballement de la régénération et entraîner la destruction du filtre.

Schéma récapitulatif

Type de roulage						
Pleine charge (régénération permanente)	Régénération spontanée					
Autoroute/route (régénération aisée)		Régénération commandée par le calculateur				
Mixte Route/ville (régénération difficile)			Régénération commandée par le calculateur	Régénération commandée par le calculateur	Alerte tableau de bord : « FAP à régénérer »	Voyant STOP Mode Dégradé
Embouteillages (régénération impossible)				Désactivation de l'EGR		Interdiction régénération
	15 g ou 500 km	35 g ou 1000 km	37,5 g ou 1100 km	40 g	45 g	Niveau de chargement

La combustion des particules lors de la régénération produit du gaz carbonique (CO₂), de l'eau (H₂O) et de l'oxyde d'azote (NO).



EOBD

La norme EOBD Diesel rend obligatoire la surveillance du bon fonctionnement du filtre à particules. Toute défaillance électrique sur le système provoque l'allumage du voyant MIL.

L'analyse de la pression différentielle permet de détecter un problème mécanique et d'allumer le voyant en cas de

- FAP colmaté,
- FAP troué ou absent

Pourquoi équipe-t-on les moteurs diesel de FAP ?

C'est une évolution technique nécessaire dans certains cas pour respecter les normes de dépollution imposées par l'Union Européenne, mais ce n'est pas un recours systématique pour Renault.

Son installation dépend de la masse du véhicule, des performances du système d'injection du moteur, de la classe d'homologation, de la boîte de vitesse, etc...

Plus le poids du véhicule est élevé, plus il a du mal pour respecter la norme Euro 4. Le FAP devient donc nécessaire.

Quels sont les messages à transmettre à notre client dont le véhicule est équipé d'un FAP ?

Pour la majorité des clients, le fonctionnement du FAP est complètement transparent.

Lors des premières régénération du FAP, il peut se dégager une légère fumée blanche et une odeur de chaud. Il s'agit tout simplement du "rodage" du FAP : la forte montée en température liée au cycle de régénération conduit à éliminer des résidus de cire ou de vernis. Le phénomène disparaît après la première ou la deuxième régénération.

Certaines utilisations (ex : trajets urbains courts) ne permettent pas d'assurer une régénération complète de manière autonome.

- Dans certains cas un témoin au tableau de bord (picto "FAP" voyant ambre) prévient que le niveau de remplissage du FAP nécessite une régénération et invite le conducteur, lorsque les conditions de circulation le permettent, à mettre son véhicule en situation de régénération (vitesse > 80km/h jusqu'à l'extinction du voyant, soit 20 minutes env.)
- Si cette invitation n'est pas respectée après un certain temps, une alerte (picto "FAP" toujours allumé + témoin clé + message "antipollution à contrôler") apparaît au tableau de bord, indiquant que le FAP est plein et demandant au client de se rendre dans le réseau Renault dans les plus brefs délais pour une régénération forcée accompagnée nécessairement d'une vidange moteur.