

## 250 - DUCATO 3.0 JTD EURO V/EURO5 2.3 JTD / 3.0 JTD (DPF, DPF)

---

### CONCERNANT LES VERSIONS AVEC: DPF

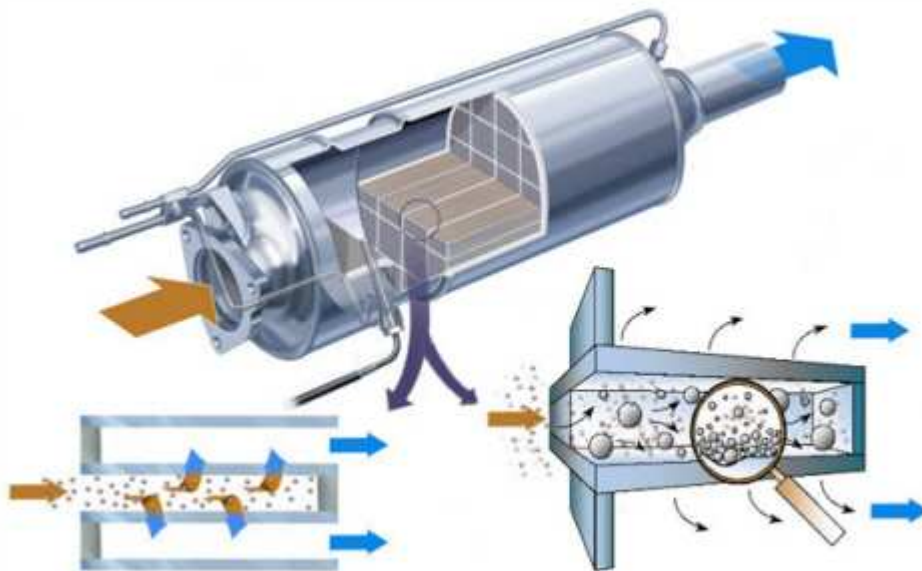
## Généralités

Le système F.A.P. (Filtre à particules), monté sur les véhicules équipés de moteurs diesel, est en mesure de réduire de plus de 95% les particules présentes dans les gaz d'échappement, conformément aux normes Euro 4 et 5.

Les particules sont constituées de microsphères de composé carboné, résultat de la combustion imparfaite du gazole dans la chambre de combustion.

Les particules ne peuvent être éliminées au moyen des catalyseurs ordinaires, mais avec des filtres que l'on appelle justement "anti-particules". Ces derniers régénèrent plus efficacement si utilisés sur des parcours extraurbains.

Le système F.A.P permet la régénération automatique du filtre à particules pendant le fonctionnement du véhicule et le maintient à un niveau d'efficacité constant dans toutes les conditions d'utilisation et jusqu'au bout.



## Composition

Le fonctionnement du système FAP est géré, avec des stratégies ad hoc, par la centrale d'injection du moteur.

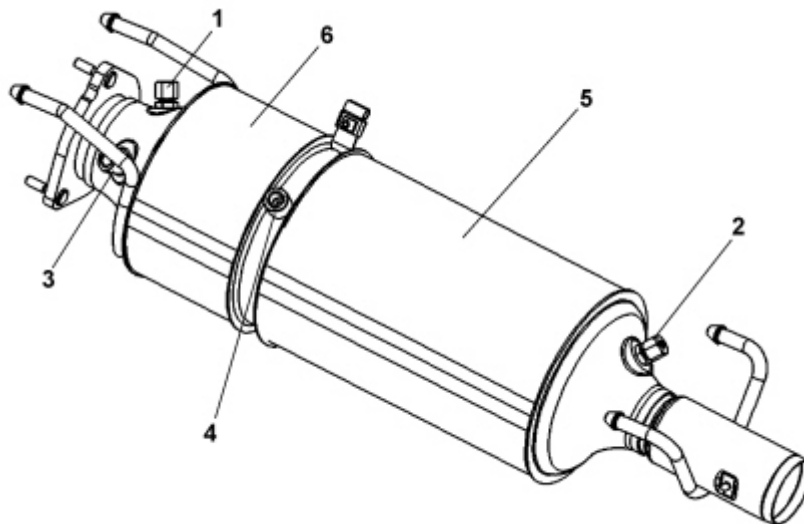
En plus du piège de stockage, le système FAP se compose de deux sondes de température de gaz d'échappement et d'un capteur de différentiel de pression. Le capteur de différentiel de pression, par l'intermédiaire de tuyaux, mesure la pression des gaz d'échappement en amont et en aval du piège en signalant à la centrale l'accumulation progressive des particules.

Le processus d'accumulation de particules et la hausse de la pression des gaz d'échappement à l'intérieur du piège dépendent de la charge du moteur, du type de conduite et de parcours, du poids du véhicule, de la cylindrée et de la puissance du moteur.

Par conséquent, il est nécessaire de purger régulièrement les particules en régénérant le piège avec une procédure qui utilise des injections multiples pour accroître la température des gaz d'échappement (environ 650°) et brûler ainsi les particules.

La procédure de régénération est contrôlée par la centrale d'injection qui agit: sur le dosage du carburant (jusqu'à cinq injections dans le même cycle du moteur par cylindre) et sur le contrôle de l'air (E.G.R. et pression de suralimentation).

La phase de régénération dure quelques minutes seulement et n'a aucune incidence sur le couple délivré par le moteur par rapport au fonctionnement normal.



1. Prise de pression en amont du piège
2. Prise de pression en aval du piège
3. Logement de la sonde de température en amont du catalyseur (UFC)
4. Logement de la sonde de température en aval du catalyseur (UFC)
5. Piège
6. Front Catalyst

## Filtre à particules

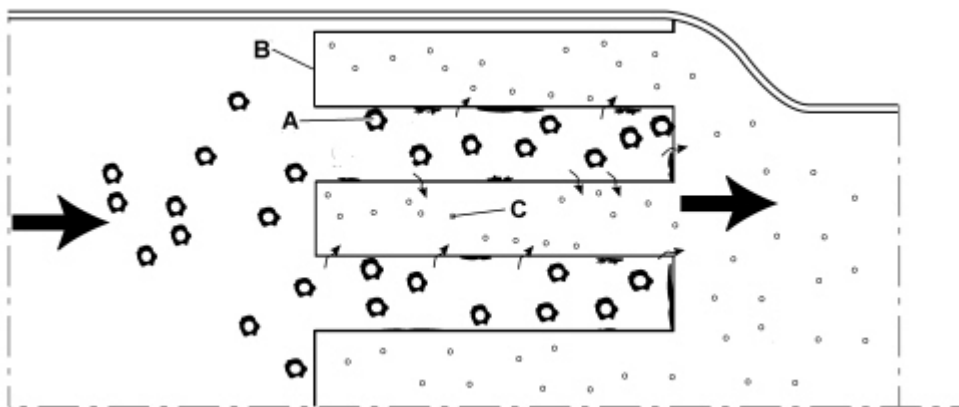
Le filtre à particules est en carbure de silicium. De structure poreuse, il comprend des canaux pour forcer le passage des gaz d'échappement à travers les parois. Il est intégré au tuyau d'échappement fixé au catalyseur.

De par sa structure particulière, le filtre permet:

- une grande capacité de filtrage (jusqu'à 0,1 micron)
- une perte de charge réduite
- une bonne résistance aux contraintes thermiques, mécaniques et chimiques
- une capacité considérable de stockage des particules qui limite la fréquence de régénération.

Certains éléments sont retenus par le filtre:

- particules : elles sont brûlées au cours de la régénération naturelle aussi bien qu'artificielle
- des résidus solides provenant de l'usure du du moteur ou de la combustion des huiles.



A. particules

B. parois en matériau céramique

C. gaz d'échappement filtrés

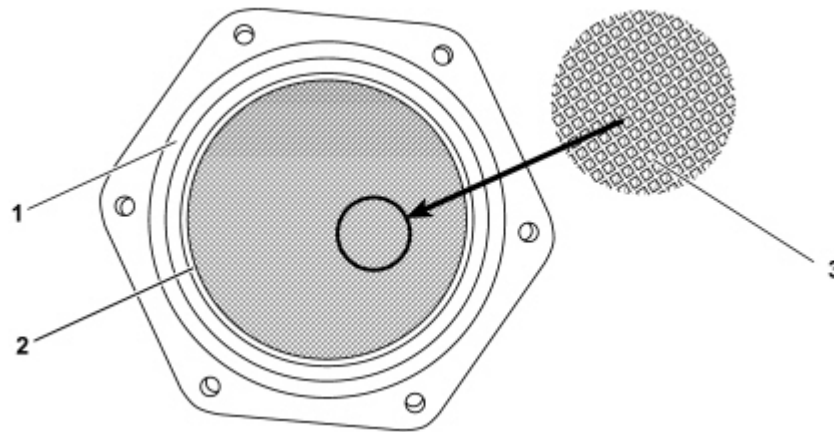
L'accumulation des particules pendant le fonctionnement du moteur occasionne un encrassement progressif du filtre.

## Catalyseur

Le catalyseur réduit le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures non brûlés (HC) pour les transformer en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et en vapeur d'eau.

Le catalyseur se compose des éléments suivants:


- une enveloppe externe en acier inoxydable
- un isolant thermique
- une structure céramique à nid d'abeille imprégnée de métaux précieux.

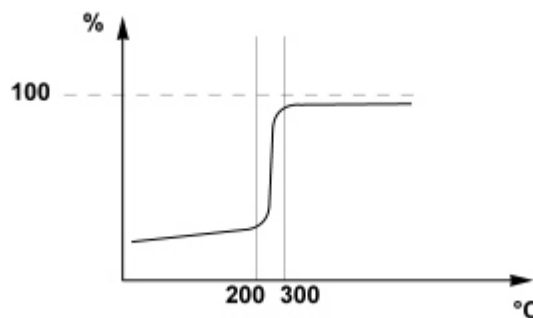


1. une enveloppe externe en acier inoxydable
2. Isolant thermique
3. structure céramique

La transformation chimique à l'intérieur du catalyseur s'accroît après la phase d'injection du fait de la combustion des hydrocarbures non brûlés (HC). Cette post-combustion qui élève la température des gaz d'échappement (combustion catalytique) est contrôlée par les sondes de température placées en amont et en aval du catalyseur.

Une première série de post-injections augmente progressivement le processus de catalysation jusqu'à un seuil de conversion maximale (environ 98% à partir de 200° C). Au-delà de ce seuil, toute augmentation de température des gaz d'échappement aura pour effet la destruction quasi totale des hydrocarbures.

il peut se produire une fumée blanche (non toxique) lors d'une accélération ayant lieu après une utilisation prolongée du véhicule à faible vitesse. Les fumées  naissent à l'intérieur du catalyseur (lorsque la température de ce dernier passe du froid au chaud) du fait de la combinaison chimique des hydrocarbures, des vapeurs d'eau et du monoxyde d'azote.



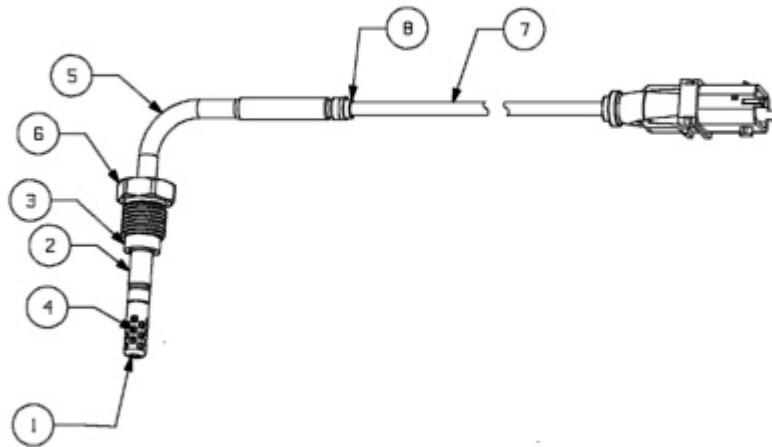
% = % de conversion

## Sondes de température des gaz d'échappement

Les sondes de température de type CTP à boîtier coudé à 90° ont la tâche de transmettre les valeurs de température des gaz d'échappement à l'entrée et à la sortie du catalyseur que la centrale utilise pour activer la post-injection de carburant et

maintenir le filtre à une température supérieure à 350 °C. La sonde en amont assure une fonction de protection thermique, tandis que la sonde en aval contrôle que la température de régénération soit dans la norme et en mesure de garantir la combustion complète des particules.

La sonde en amont assure la protection thermique, alors que la sonde en aval contrôle que la température de régénération du piège reste dans des limites de sécurité tout en garantissant la combustion complète des particules.



1. Protection terminale
2. Tube de protection
3. Patte
4. Thermo-couple
5. Câble rigide
6. Bague de fixation
7. Câble flexible
8. Tuyau en téflon

## Caractéristiques et fonctions

Sur le tableau suivant figurent les caractéristiques spécifiques des sondes de température.

Alimentation pull-up :	5 V +/- 0,1%
Résistance de pull-up :	1000 Ohms +/- 0,1%

Résistance nominale à 0°C :	200 Ohms
Plage de fonctionnement :	de - 40°C à +1000 °C

Le fonctionnement électrique des sondes est constamment contrôlé / diagnostiqué. Par ailleurs, uniquement en phase de démarrage, a lieu un contrôle diagnostique de cohérence de la valeur mesurée par rapport aux autres sondes de température installées dans le système de contrôle moteur.

Sur le tableau suivant figurent les valeurs de résistance pour la sonde à boîtier coudé à 90° en fonction de la température des gaz d'échappement

Température (°C)	Résistance (ohm)
-40	170,2
-20	185,6
0	201,0
25	220,1
50	239,0
100	276,4
150	313,2
200	349,5
250	385,1
300	420,2
400	488,6
500	554,6
600	618,3
700	679,7

800	738,7
900	795,4
1000	849,7


## Capteur de pression différentiel

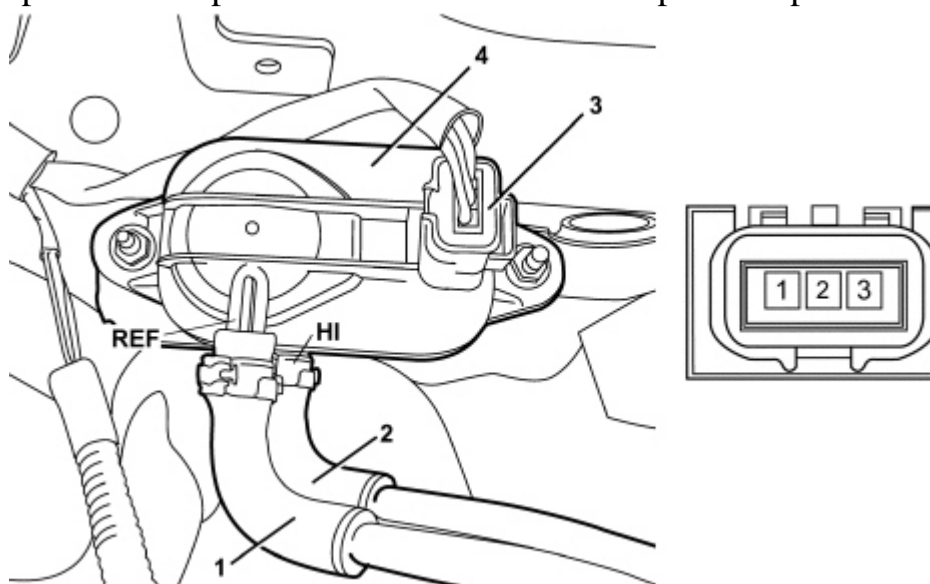
Éléments constitutifs du capteur:

- un circuit électronique pour l'amplification du signal
- une membrane sensible.

La membrane est soumise d'un côté à la pression d'entrée du catalyseur (en amont) et de l'autre à la pression de sortie du filtre (en aval).

Le capteur fournit une tension proportionnelle au différentiel de pression mesuré par la membrane ( $\Delta P = \text{pression en amont} - \text{pression en aval}$ ).

 ne jamais inverser le tuyau d'entrée avec le tuyau de sortie, car la gestion du filtre à particules dépend de l'information fournie par ce capteur.



1. HI : entrée information en amont du filtre
2. REF : entrée information en aval du filtre
3. connecteur
4. capteur du différentiel de pression

Brochage du connecteur

- Broche 1 - signal
- Broche 2 - Masse

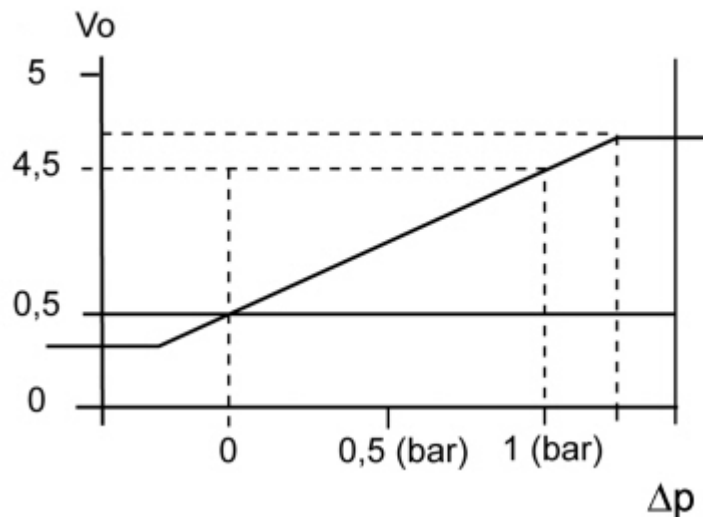
- Broche 3 - Alimentation

## Fonctions

Ce capteur mesure en permanence l'écart de pression ( $\Delta p$ ) entre l'entrée et la sortie du groupe catalyseur/filtre à particules.

Cette mesure permet de déterminer le degré d'encrassement du filtre.

La valeur  $\Delta p$  surlignée sur le graphique suivant sera convertie en une tension  $V_o$  et envoyée à la centrale de contrôle moteur.



$V_o$ . Tension à la sortie

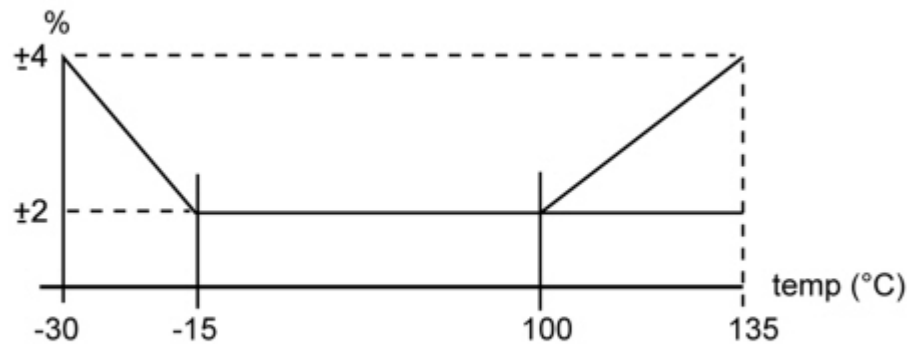
$\Delta p$ . Ecart de pression à la sortie et pression à l'entrée du catalyseur

## Caractéristiques

Pression de rupture du capteur côté haute pression.	3 bar
Pression de rupture du capteur côté basse pression.	2 bars
Courant d'excitation maxi du capteur	20 mA
Impédance de sortie du capteur.	< 100 $\Omega$
Intervalle de températures de fonctionnement du capteur	-40° ÷ +145 °C

Le graphique suivant illustre la variation d'erreur en pourcentage (%) en fonction de la variation de température (°C) dans la plage de fonctionnement du capteur.





## Fonction de contrôle du filtre à particules

La fonction de contrôle a pour rôle:

- de déterminer l'état du filtre (degré d'encrassement)
- de déterminer, au besoin, l'activation de la régénération,
- de contrôler l'efficacité de la régénération.

A cet effet, le nœud de contrôle du moteur utilisera une série d'informations:

- nombre de kilomètres parcourus
- valeur du différentiel de pression
- température des gaz d'échappement en aval du catalyseur
- température des gaz d'échappement en amont du catalyseur
- débit d'air aspiré.

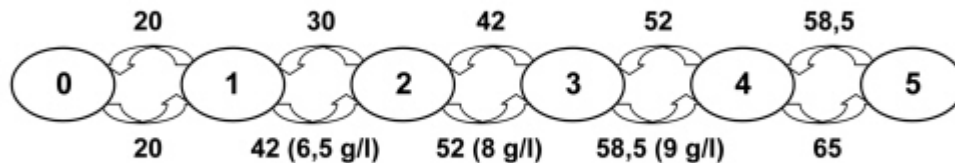
## Evaluation du degré d'encrassement du filtre

Le niveau d'encrassement du filtre est contrôlé par le système au moyen d'un modèle physique basé sur les émissions réelles du moteur aux différents points de fonctionnement. Ce modèle incrémente / décrémente en permanence le niveau de Soot (particules) en grammes se trouvant dans le F.A.P. Le décrément se produit lorsque dans le F.A.P. la valeur de température et / ou la quantité d'oxygène provoquent la régénération spontanée.

## Fonction d'aide à la régénération du

# filtre à particules

Le niveau de soot dans le F.A.P. est mis à jour en permanence (valeur exprimée en grammes). Le niveau d'encrassement du F.A.P. est évalué par une machine à états où le dépassement de certains seuils d'accumulation détermine le passage d'un état à l'autre.



Lorsqu'on dépasse 52g ou 42 g (si le véhicule roule à plus de 85 km/h) la centrale lance le processus de régénération.

## Régénération commandée

La régénération artificielle est gérée par le nœud de contrôle du moteur grâce à un ensemble de commandes visant à augmenter la température des gaz d'échappement jusqu'au seuil de combustion des particules.

La régénération se déroule en deux phases :

- phase 1 : hausse de la température du catalyseur,
- phase 2 : augmentation de la température dans le F.A.P.

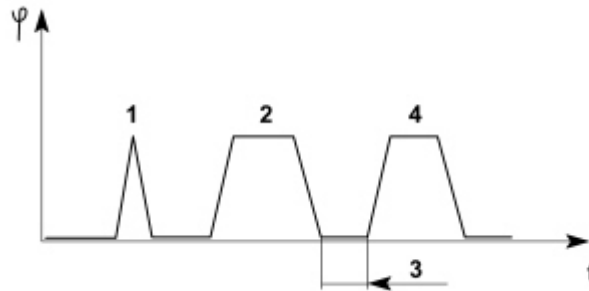
Le contrôle moteur gère le passage de la première à la seconde phase en fonction de la température des sondes correspondantes en amont du catalyseur et en amont du F.A.P.

A chaque activation de la régénération, le contrôle du moteur :

- interrompt le recyclage des gaz d'échappement (EGR)
- active la After et la post-injection (chi chauffe le catalyseur et le F.A.P.)

## Régénération première phase

Lorsque la première phase de régénération est requise, le contrôle du moteur adapte les stratégies de post-injection afin d'augmenter la température du catalyseur.



1. Injection pilote (PILOTE)
2. Injection principale (MAIN)
3. Intervalle avant l'injection (AFTER)
4. Injection (AFTER)

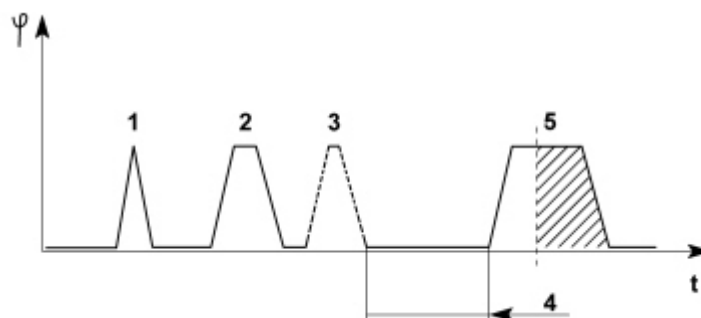
La post-injection intervient immédiatement après l'injection principale, ce qui permet d'augmenter la température des gaz d'échappement par une combustion dans le cylindre une fois que celui-ci a atteint le P.M.H.

Cette phase garantit une élévation de la température du catalyseur jusqu'au seuil d'efficacité maximale.

En comparant les valeurs de température des gaz d'échappement en amont et en aval du catalyseur, le contrôle du moteur détermine si le catalyseur a atteint son seuil de conversion maximum. Lorsque c'est le cas, il active la deuxième phase de la régénération artificielle.

## Régénération seconde phase

Après la première phase de régénération artificielle, le contrôle du moteur lance les stratégies permettant d'accroître encore la température des gaz d'échappement (seconde phase).



1. Injection-pilote
2. Injection principale
3. Injection after (dépendant du point moteur)
4. Intervalle avant la post-injection
5. Post-injection

Le délai qui sépare l'injection principale de la post-injection est plus long que lors de la première phase. La post-injection dure plus longtemps et comprend deux phases: Cette répartition en deux - trois injection est effectuée pour réduire la dilution de

l'huile.

## **Conditions d'activation de la régénération artificielle**

Avant d'activer les stratégies de régénération artificielle, le contrôle moteur vérifie que :

- la température du liquide de refroidissement moteur est  $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ,
- le régime moteur est égal à un seuil préétabli, la régénération artificielle étant exclue pendant la phase de ralenti

## **Signal du capteur de différentiel de pression ( $\delta p$ )**

Le signal est utilisé pour avancer la régénération normalement pilotée par la machine à états.