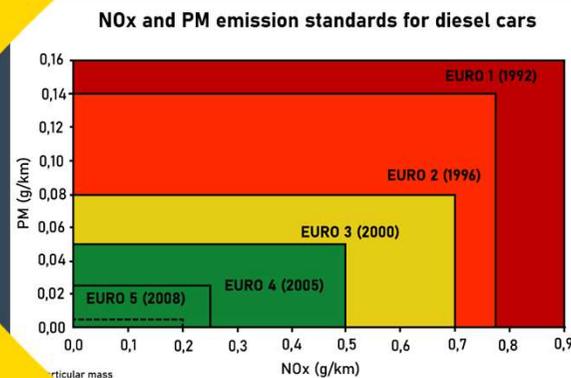


Méthode de contrôle antipollution des voitures diesel Euro V et Euro VI



Objectifs de cette présentation

- Détailler une méthode¹ pour contrôler le bon fonctionnement des systèmes antipollution d'un véhicule diesel Euro 5 et Euro 6, avec un focus sur le niveau de particules émises
- 1. La méthode proposée a un caractère général. Tous les contrôles et réparations doivent être réalisés conformément aux procédures du constructeur

Prérequis

- Le personnel chargé du contrôle doit être correctement formé et connaître les composants et le fonctionnement du système de gestion moteur et des différents processus antipollution. Il doit comprendre les différentes mesures et les exploiter en vue de garantir la bonne efficacité des systèmes antipollution
- Le personnel chargé des opérations doit suivre une méthode de travail logique
- Le personnel doit également être sensibilisé à l'importance de conserver les systèmes en bon état de fonctionnement, même si cela engendre un certain coût pour le propriétaire du véhicule
- Une série d'équipements sont également nécessaires, voir slide suivant

Prérequis, équipement

- Un compteur de particules diesel, si possible de type Extended Diffusion Charging
- Un appareil de diagnostic compatible avec le véhicule
- Une série d'équipements standards du contrôle du bon fonctionnement du moteur comme un compressiomètre, un équipement de mesure des débits de retour d'injecteur, ...
- En option, il peut être utile de disposer de :
 - Un opacimètre
 - Un analyseur 5 gaz





Introduction

Un peu de technologie : Introduction 1

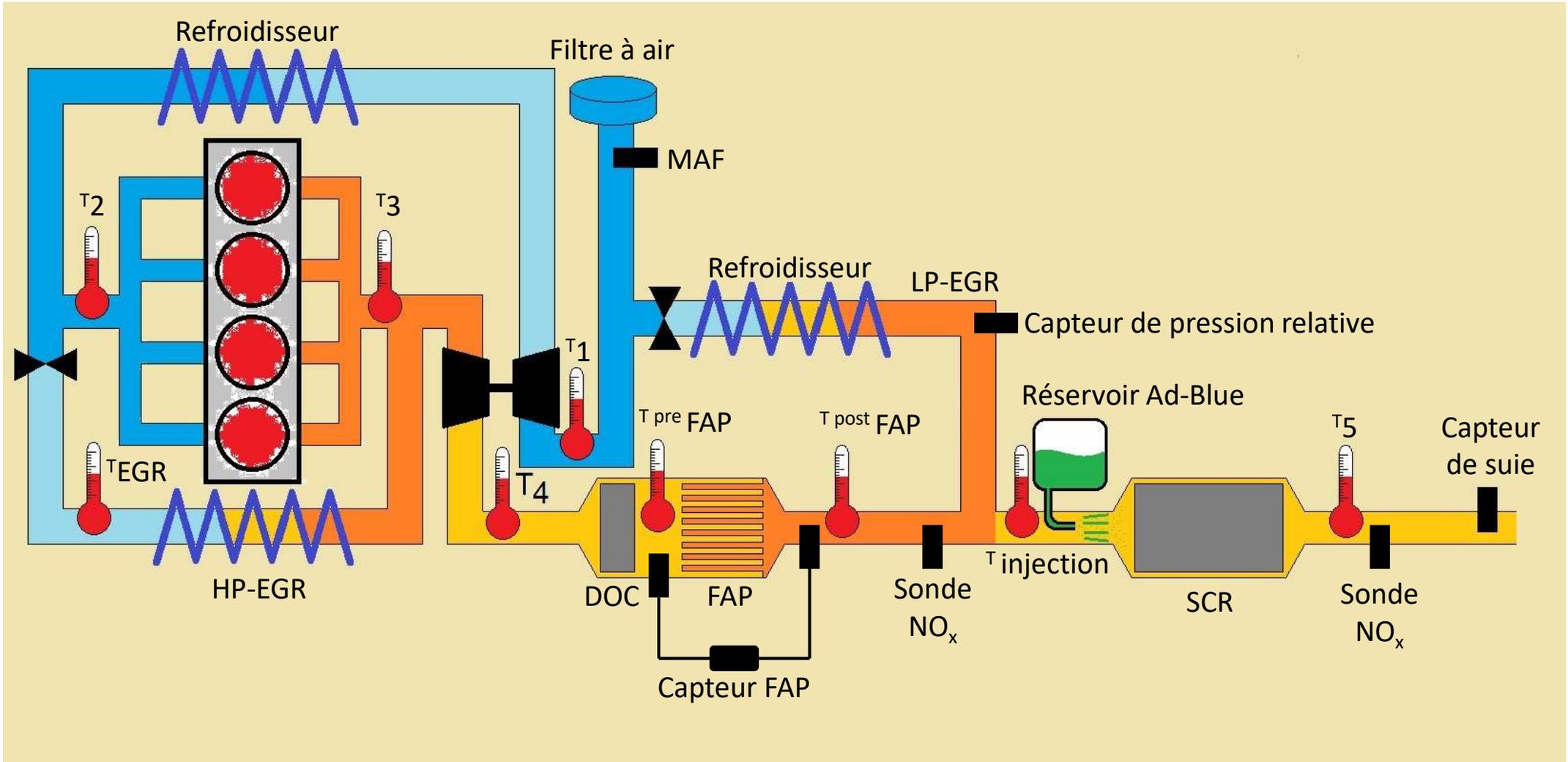
- Un véhicule diesel Euro 5 ou Euro 6 est équipé d'un système de contrôle électronique du moteur
- Le système d'alimentation de ces véhicules est un système d'injection à très haute pression à dosage électronique très précis et adaptatif



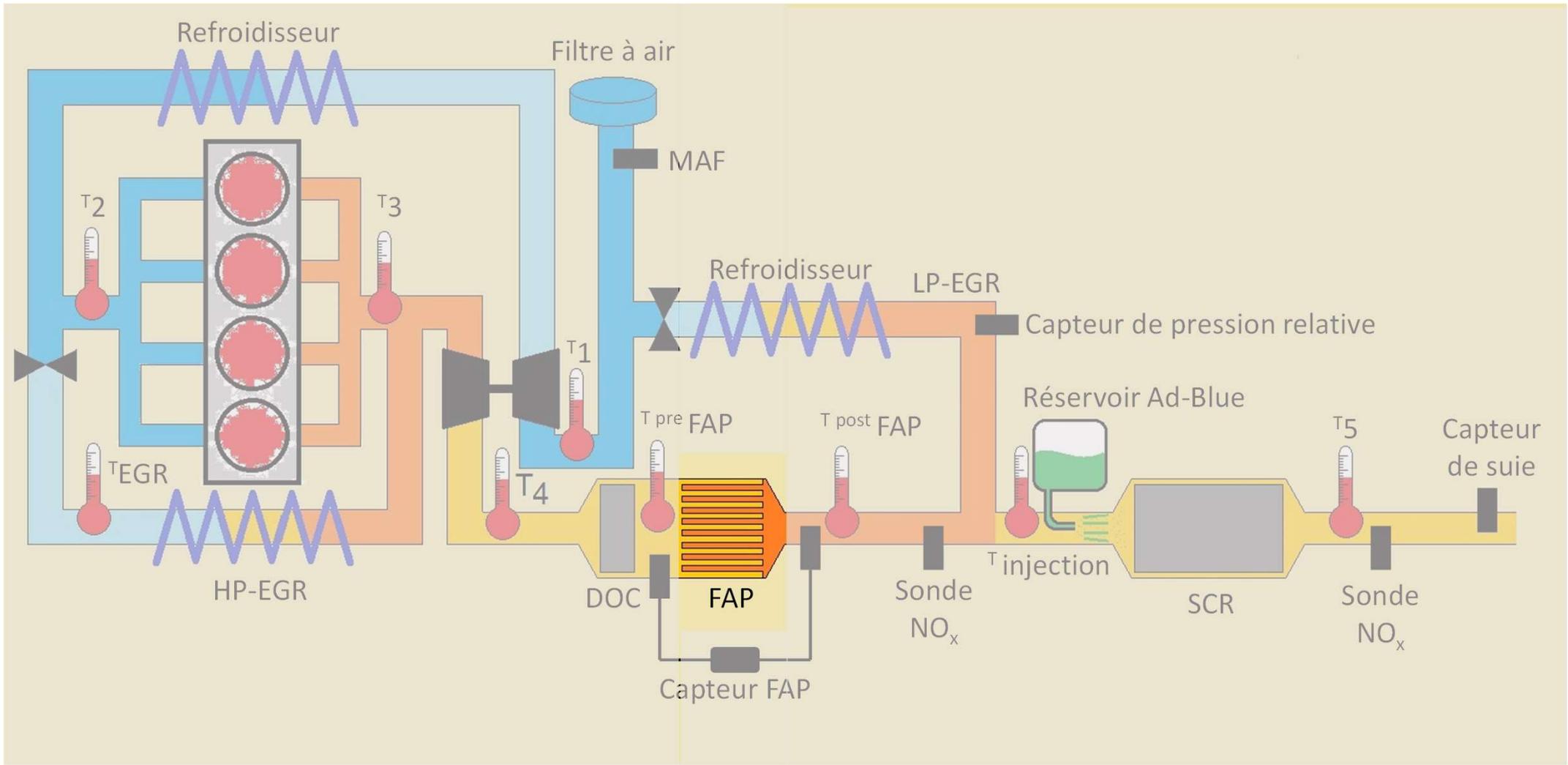
Un peu de technologie – Introduction 2

- Il existe différents processus pour limiter la pollution au travers de différents composants comme le système EGR, le catalyseur, le FAP, le système AD blue, ...
- Ces dispositifs chargés de limiter les émissions ne peuvent fonctionner correctement que si le moteur et ses composants et le système de gestion moteur fonctionnent sans défaut
- Le dispositif le plus efficace est l'Euro 6, voir slide suivant
- L'Euro 6 est beaucoup plus stricte pour les émissions de No_x . Ce type d'émission n'est pas mesurée au contrôle technique

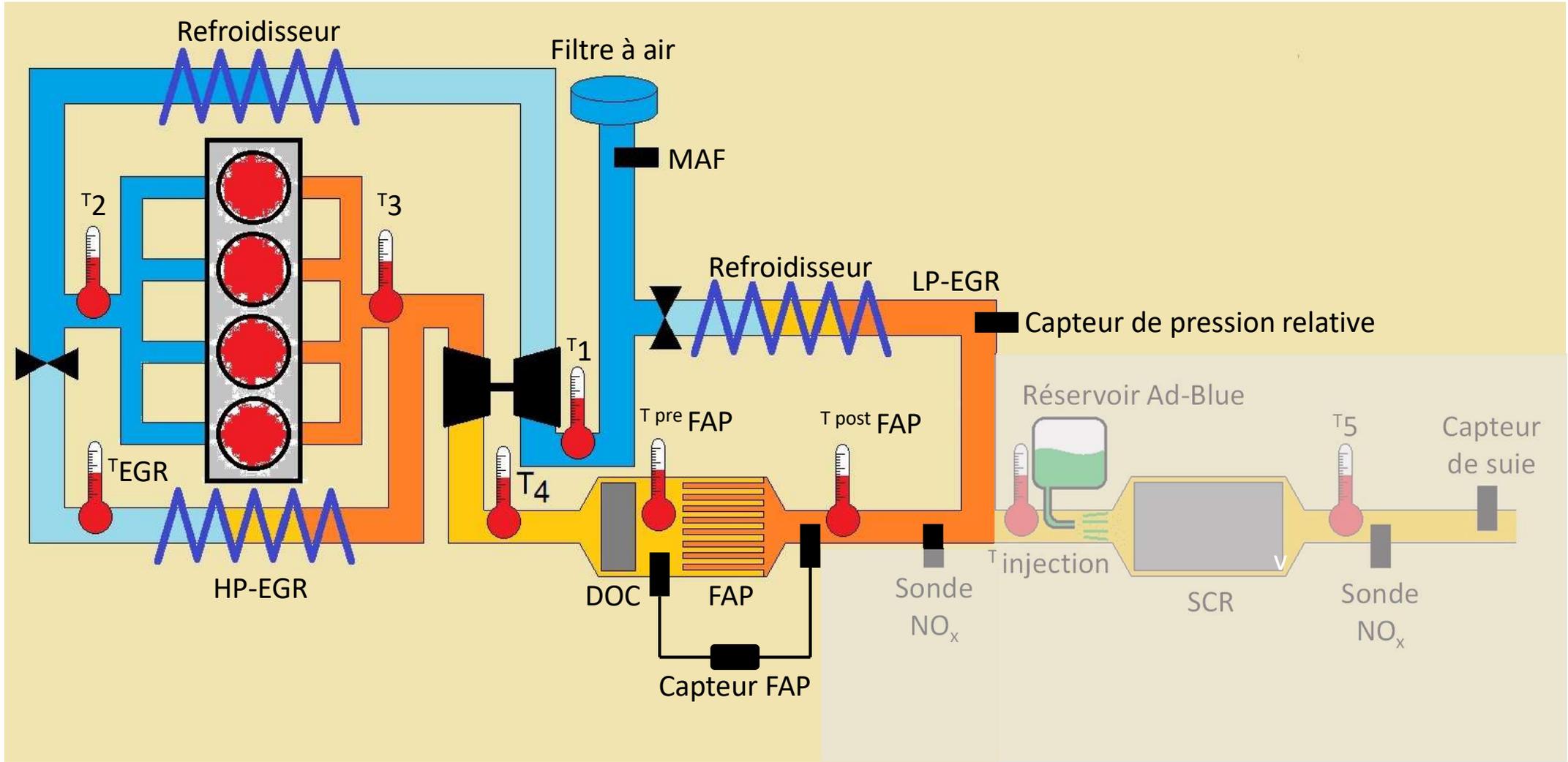
Aperçu du système d'échappement Euro 6



Test contrôle technique de comptage de particules

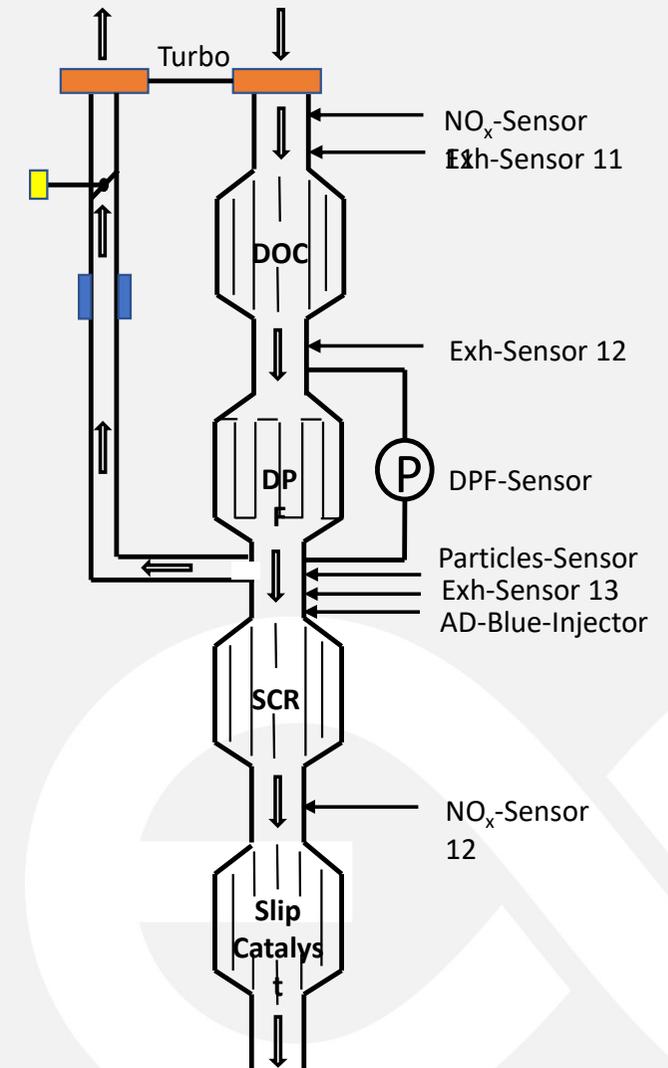


Causes de la défaillance prématurée du FAP



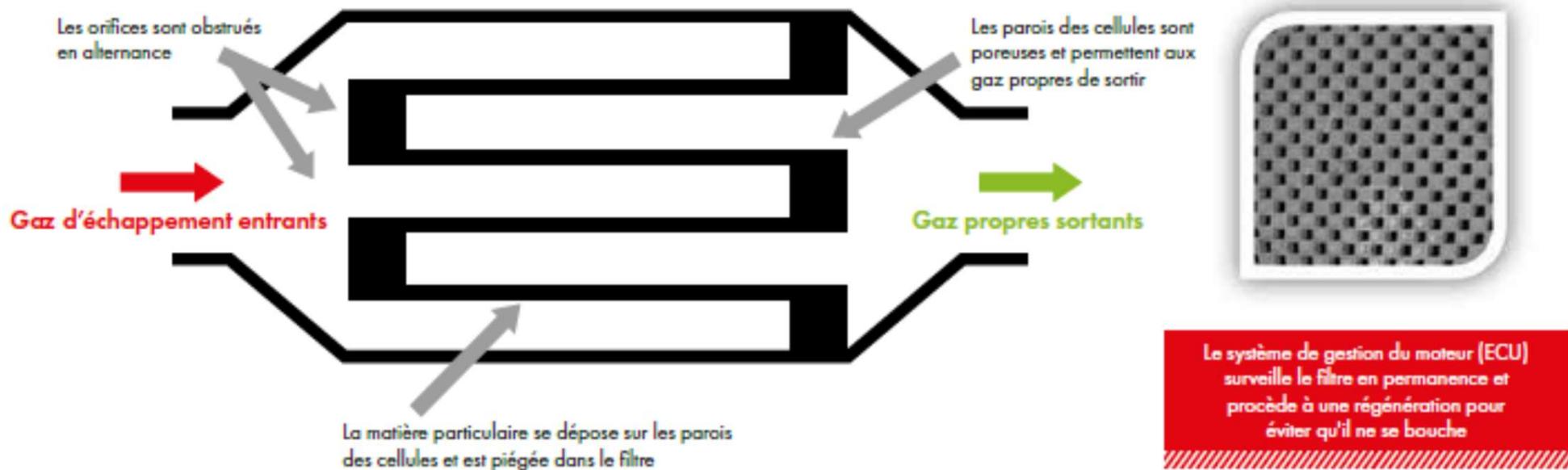
Un peu de technologie – Introduction 3

- Par nature, un moteur diesel émet des particules
- Les systèmes d'injection modernes génèrent des nanoparticules (invisible à l'oeil nu, diamètre inférieur à $0,05 \mu\text{m}$)
- A partir de la norme Euro V, le FAP est chargé de capter ces particules



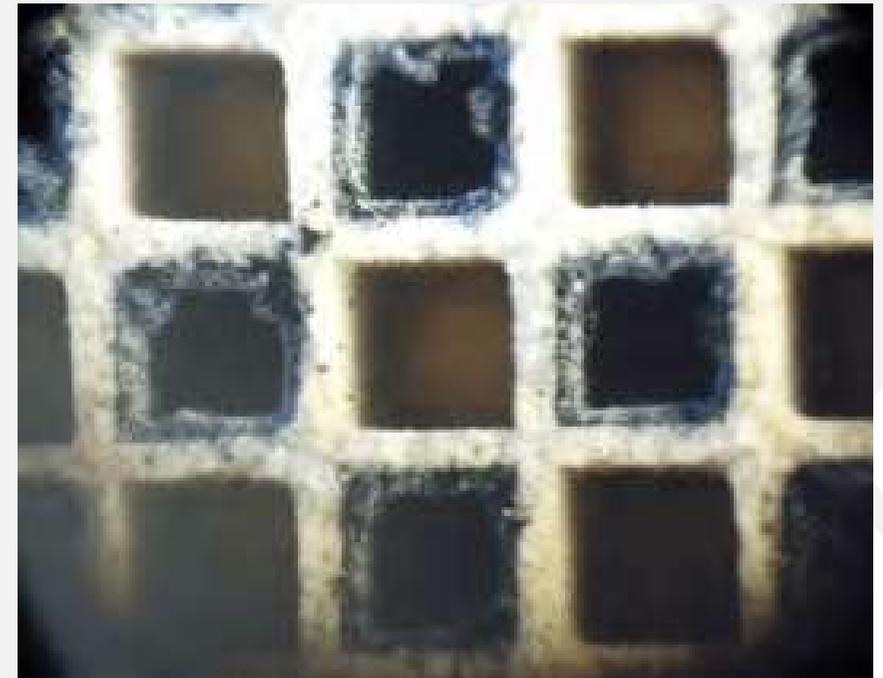
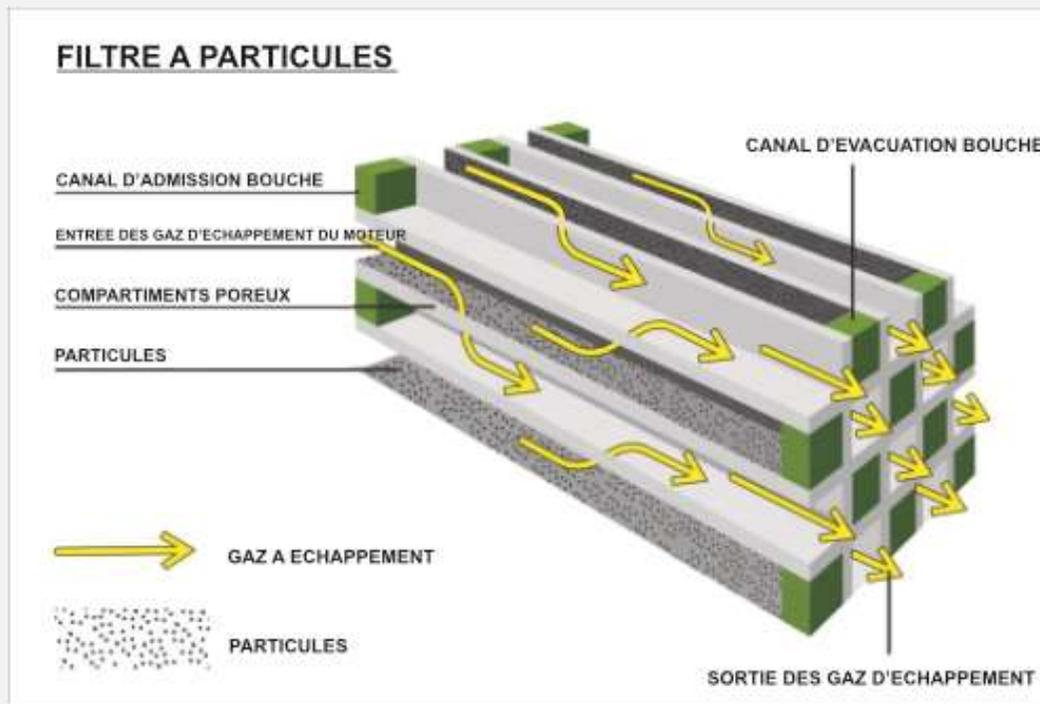
Un peu de technologie – Introduction 4

- Par la régénération passive (300°C), les particules sont transformées en cendres et stockées dans le FAP (Pas de post injection)
- Il y a aussi la régénération active (avec post injections)
- Enfin, il y a la régénération forcée avec un appareil de diagnostic



Un peu de technologie – Introduction 5

- Alternance de canaux libres et obstrué



Réalisation d'un contrôle complet des systèmes antipollution – Introduction 6

- Le système de gestion du moteur est capable de détecter des anomalies dans le fonctionnement du système d'alimentation et dans les systèmes antipollution
- Pour les véhicules Euro 5, le fonctionnement de filtre à particules n'est contrôlé que partiellement
- Pour les véhicules Euro 6, l'ajout d'un capteur de suie permet un contrôle plus complet du FAP et, en cas d'anomalie provoque l'allumage du témoin d'anomalie au tableau de bord et génère des codes de défaut.
- Comme le FAP est situé en amont du moteur, le comptage de particules est très efficace pour détecter un mauvais fonctionnement du FAP ou d'autres défaillances en amont

Réalisation d'un contrôle complet des systèmes antipollution

- Pour tester le bon fonctionnement des dispositifs antipollution, deux opérations sont nécessaires
- Ceci implique que pour attester un fonctionnement correct des systèmes antipollution et du bon fonctionnement du moteur, il faut :
 - Réaliser une **lecture des codes défaut** du système gestion moteur
 -
 - Réaliser un **test de comptage des particules** (moteur chaud et sans charge)

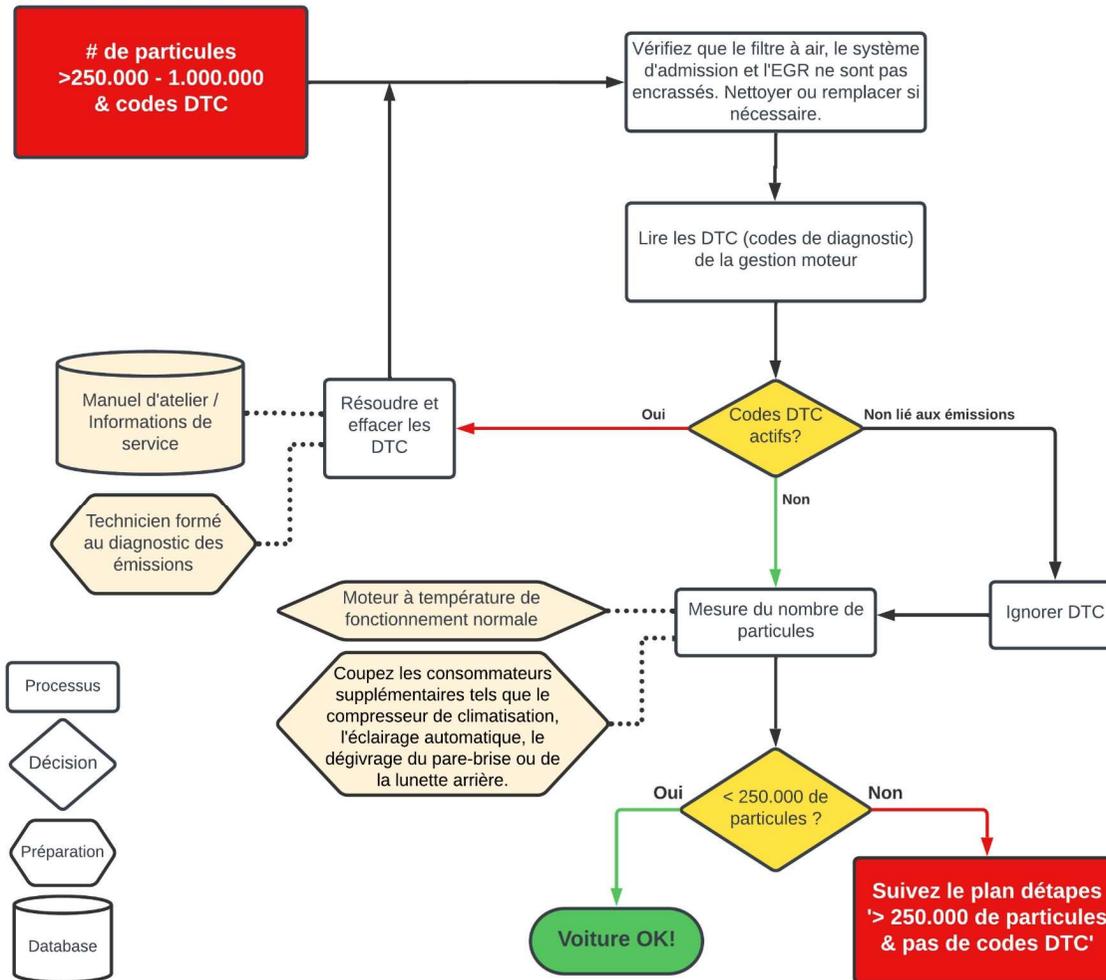
Méthode de travail pratique

1. Réaliser une lecture des codes de défauts et éventuellement une analyse de paramètres de fonctionnement
2. Réaliser un test de comptage de particules

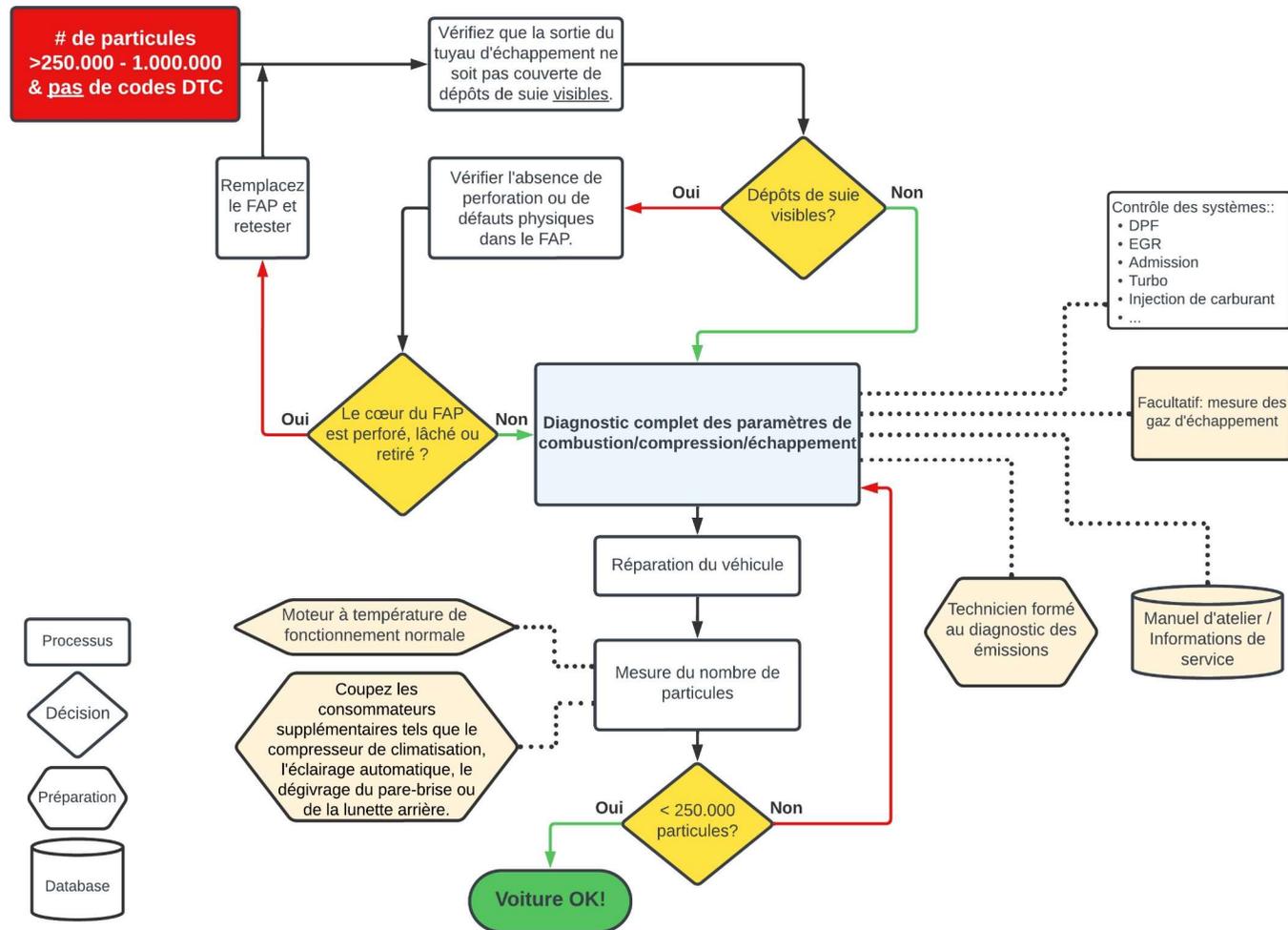
Analyse des résultats :

- S'il n'y a aucun code défaut et le comptage de particules est inférieure à 250.000/1.000.000, le véhicule est considéré comme en état
- Un test de 5 gaz peut confirmer une bonne qualité de combustion et une pollution minimum (optionnel)
- S'il y a des codes défaut ou un niveau de particules trop élevé, il faut remédier à la défectuosité

Logigramme de travail, présence de DTC



Logigramme de travail, absence de DTC





Comment procéder en cas de code défaut ou de niveau de particules trop élevé ?

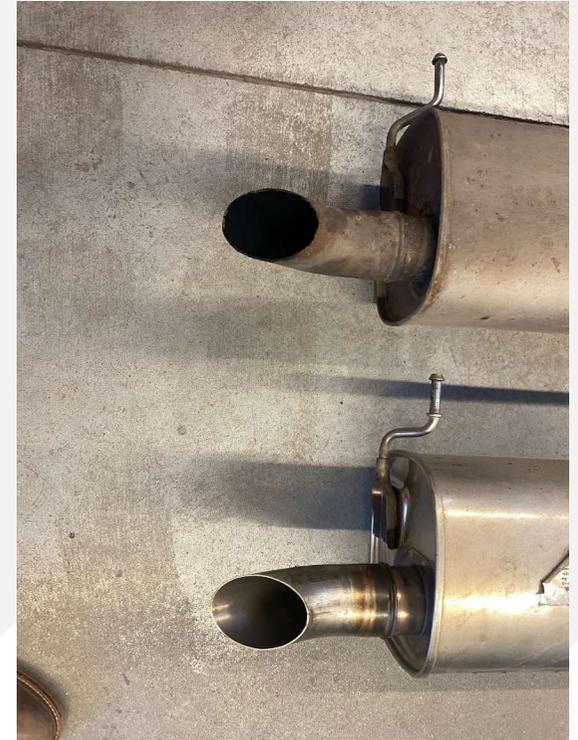
Premières étapes du diagnostic

Contrôles préliminaires

- Regarder dans le tuyau d'échappement : tuyau d'échappement sans suie = FAP en ordre, tuyau d'échappement noir = FAP mécaniquement défectueux, percé ou enlevé.
- Vérifier l'état du filtre à air et du conduit d'admission
- Le niveau d'huile est-il supérieur au repère maxi ? Si c'est le cas, le gazole provenant d'une régénération et d'une réinjection trop fréquentes et trop longues pénètre dans le circuit d'huile, ce qui est dangereux pour le moteur.

Remarques

- Si le tuyau de sortie n'est pas exempt de suie, toute mesure de la pression différentielle n'est pas pertinente, car la fuite mécanique (rupture de la céramique, trou percé, etc.) fausse totalement la pression différentielle. Cette distorsion introduit des erreurs dans tous les calculs du FAP, ce qui rend la surveillance du FAP confuse.
- Une coloration noirâtre ou une poussière très fine peuvent n'être que des traces résiduelles d'un filtre trop plein ou d'huile provenant d'une panne de turbocompresseur dans le passé.



Traitement des codes défaut

- Traiter les codes défaut d'une manière logique
- Traiter d'abord les codes „durs“, c'est-à-dire une défaillance électrique, mécanique ou d'un composant
- Analyser ensuite les codes issus d'un calcul
- Lorsque tous les codes ont été traités, il est préférable de faire un essai routier suivi d'une mesure de particules
- Si le nombre de particules est inférieur à 250.000 - 1.000.000, le problème est réglé
- Si le nombre est supérieur à 250.000 - 1.000.000, il faut continuer à investiguer
- Dans ce cas, une mesure de 5 gaz peut aider à guider les recherches (voir plus loin)
- Une mesure des paramètres peut également être utile (voir plus loin)
- Certains constructeurs proposent des aides au diagnostic basé sur „codes symptômes“. Suivre ces feuilles de contrôle peut être très utile



Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel - Appareils de mesure

Ce qu'il faut savoir

- Pour les véhicules sans filtre à particules, la mesure de l'opacité en accélération libre constitue une aide au diagnostic. Pour les véhicules équipés d'un filtre à particules, la mesure de l'opacité n'a qu'une faible valeur informative.
- Lorsque le filtre à particules est intact, les valeurs d'opacité sont proches de zéro. La mesure de l'opacité permet donc uniquement d'évaluer si le filtre à particules est en bon état.
- Les erreurs de préparation du mélange ne peuvent pas être détectées par l'opacimètre. Dans ce cas, la mesure des quatre ou cinq gaz (CO , HC , CO_2 , O_2 , NO_x) est la meilleure solution.
- Pour mesurer le nombre de particules dans les gaz d'échappement, seul un appareil de mesure des gaz d'échappement avec comptage des particules est approprié.



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs - Sources possibles de pannes

Autres contrôles

- Mais avant de procéder à un remplacement définitif, il est important de vérifier les sources d'erreur possibles sur d'autres composants. Il s'agit notamment :
 - Fuites d'air dans le système d'admission.
 - Fuites d'air dans le collecteur d'échappement.
 - Sondes (lambda, température, pression différentielle et débitmètre d'air massique).
 - Soupape et tube EGR.
 - Niveau d'additif de carburant.
 - Injecteurs de carburant.
 - Bougies de préchauffage.
 - Filtre à air.
 - Unité de contrôle du moteur (lire le code d'erreur et vérifier les paramètres de régulation des gaz d'échappement).
- Téléchargez la liste de contrôle FAP de Walker (<https://is.gd/5IZnhM>).



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs - Sources possibles de pannes

Autres contrôles

- Causes d'une augmentation de la formation de fumée, ce qui entraîne un remplissage intensif du filtre à particules :
 - Injecteurs usés ou défectueux
 - Pannes du système de préchauffage
 - Compression réduite
 - Collecteur d'aspiration fortement obstrué
 - Soupape EGR non étanche ou défectueuse
 - ...
- Causes si le FAP ne peut pas être régénéré :
 - Un capteur différentiel défectueux
 - Catalyseur inopérant
 - Sonde de température des gaz d'échappement défectueuse
 - Code défaut relative aux gaz d'échappement dans le PCM



Cas de filtre à particules « usé » ou défectueux

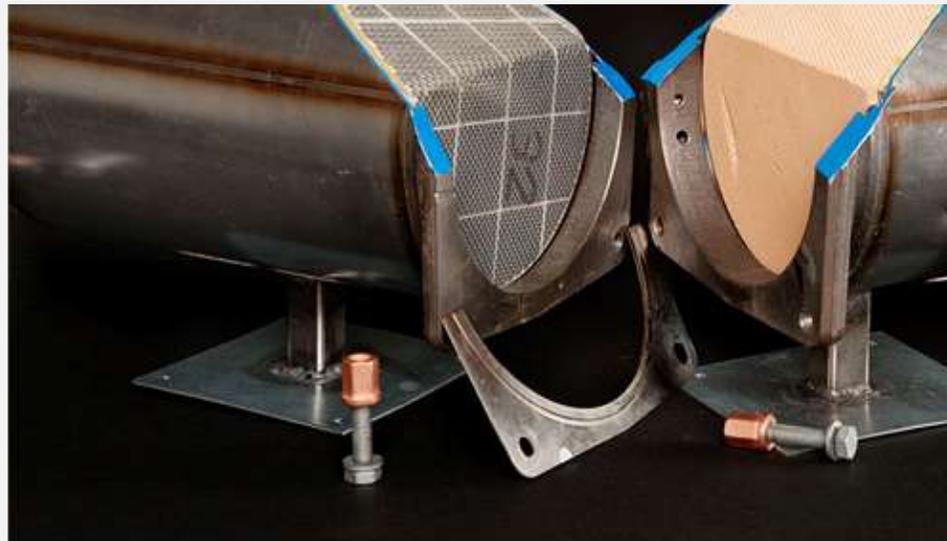
- Un filtre à particule peut être « usé » car il est chargé de cendres après de multiples régénérations (possible à partir de 120.000 Km)
- Il peut aussi être défectueux, pour différentes raisons (surchauffe, rupture, ...)
- Si vous pensez que le FAP doit être remplacé, il doit être démonté
- Si la tubulure de sortie du filtre est chargée de suie noirâtre, le filtre est inopérant
- Un filtre chargé de cendres peut être régénéré par différentes méthodes. Des entreprises spécialisées offrent ce service
- Un filtre défectueux doit être remplacé
- Lorsque le véhicule a généré beaucoup de particules, il se peut que la ligne d'échappement soit saturée de suie. Il se peut qu'elle doive être remplacée également



Remplacement du filtre à particules, le bon choix !

Il existe deux types de filtres :

- Les filtres en carbure de silicium (première monte), plus solides et plus durables, résistent mieux aux régénérations forcées
- Les filtres en cordiérite, moins cher à produire, pas recommandés pour les personnes qui font beaucoup de ville



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesure des paramètres

Utilisation de l'appareil de diagnostic – lecture de paramètres

- Afficher les mesures :
 - Pression des gaz d'échappement,
 - Températures dans le système d'échappement,
 - Statut de régénération, etc.,
 - Affichage de la distance en km parcourue depuis la dernière régénération,
 - Affichage de la liste des dernières opérations de régénération effectuées,
 - Taux de cendres.



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesure des paramètres

Utilisation de l'appareil de diagnostic – lecture de paramètres

- Afficher les mesures :
 - Pression des gaz d'échappement,
 - Températures dans le système d'échappement,
 - Statut de régénération, etc.,
 - Affichage de la distance en km parcourue depuis la dernière régénération,
 - Affichage de la liste des dernières opérations de régénération effectuées,
 - Taux de cendres.



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

Mesures des véhicules

- Voici quelques mesures pratiques prises sur une Ford C-MAX 1.6 TDCi (Euro 5) :

- Mesure 1 : au ralenti avec un petit coup d'accélérateur (<https://is.gd/RcVBv>)



- Mesure 2 : lors d'un trajet en ville à environ 50 km/h (<https://is.gd/SchX5v>).



- Mesure 3 : en roulant sur la campagne à environ 85 km/h (<https://is.gd/d2YoIX>).



- Mesure 4 : lors d'un trajet sur autoroute à environ 115 km/h (<https://is.gd/IDg1HY>).



- Explication des acronymes :

- | | |
|---|--|
| • VSHR = Vitesse de conduite - Haute résolution | • PFDPSVB1 = Tension du capteur de pression différentielle |
| • ECT = Température du liquide de refroidissement | • AFRMAFS = Masse d'air du débitmètre d'air |
| • BAP = Pression de charge absolue | • RPM = Régime du moteur |
| • CATEMP11 = Capteur de température du catalyseur 1 | • EXHPRESS_DIF = Pression différentielle des gaz d'échappement |
| • CATEMP12 = Capteur de température du catalyseur 2 | • MAP = Pression absolue du collecteur d'aspiration |
| • EGRVPB1 = Position de la vanne EGR | |

Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

Mesures des véhicules

- Voici quelques mesures pratiques prises sur une Ford Mondeo TDCi (Euro 6.2 ISC FCM) :

- Mesure 1 : au ralenti avec un petit coup d'accélérateur (<https://is.gd/QH>)



- Mesure 2 : lors d'un trajet en ville à environ 50 km/h (<https://is.gd/HnNGox>).



- Mesure 3 : en roulant sur la campagne à environ 70 km/h (<https://is.gd/VKNx9E>).



- Mesure 4 : lors d'un trajet sur autoroute à environ 120 km/h (<https://is.gd/5CwqAV>).



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

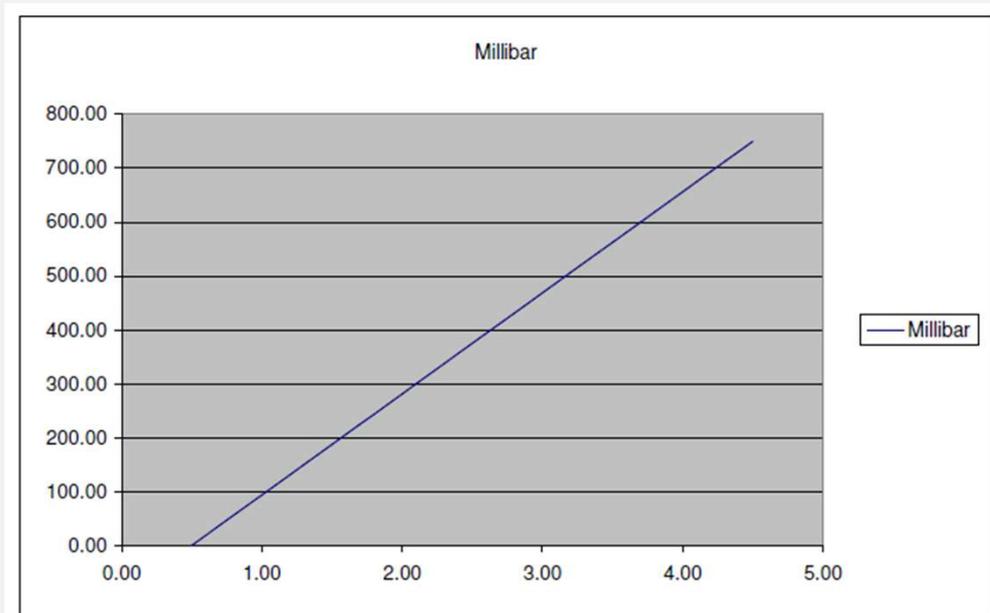
Mesures des véhicules

- Voici quelques mesures pratiques prises sur une Ford Mondeo TDCi (Euro 6.2 ISC FCM).
- Explication des acronymes :
 - FAP_REGEN_ACT = La régénération du filtre à particules de suie est active
 - FAP_REGEN_AVGD = Distance moyenne entre les régénérations du FAP
 - FAP_SOOT_INF = Concentration de suie FAP - dérivée (grammes/litre)
 - PF_SOOT_PCT_CL = Pourcentage du système de filtre à particules de la charge maximale de suie - boucle fermée
 - ECT = Température du liquide de refroidissement du moteur
 - EGT11 = Température des gaz d'échappement 11
 - EGT12 = Température des gaz d'échappement 12
 - PMS_SENSTEMP_RAW = Capteur de particules de suie- Température : valeur brute
 - MAF = Masse d'air
 - FAP_INP = Filtre à particules de suie - Pression d'admission
 - FAP_DP = Filtre à particules de suie - Pression différentielle
 - EGRV_POS_1 = Position de la vanne EGR - Série de cylindres 1
 - LAMBDA11 = Sonde lambda, rangée de cylindres 1, capteur 1
 - MAP = Capteur de pression absolue du tuyau d'aspiration
 - RPM = Tours de moteur par minute

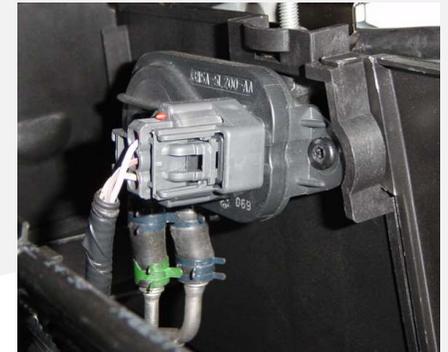
Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

Conseils d'atelier pour tester le capteur de pression différentielle

- Pression différentielle au ralenti 10-25 mbars (max. 35 mbars).
- Pression différentielle à 2 500 tr/min 60-85 mbars.
- En accélération libre, 300 mbars maximum.



Volts	Millibar	Volts	Millibar
0.50	0.00	2.60	393.75
0.60	18.75	2.70	412.50
0.70	37.50	2.80	431.25
0.80	56.25	2.90	450.00
0.90	75.00	3.00	468.75
1.00	93.75	3.10	487.50
1.10	112.50	3.20	506.25
1.20	131.25	3.30	525.00
1.30	150.00	3.40	543.75
1.40	168.75	3.50	562.50
1.50	187.50	3.60	581.25
1.60	206.25	3.70	600.00
1.70	225.00	3.80	618.75
1.80	243.75	3.90	637.50
1.90	262.50	4.00	656.25
2.00	281.25	4.10	675.00
2.10	300.00	4.20	693.75
2.20	318.75	4.30	712.50
2.30	337.50	4.40	731.25
2.40	356.25	4.50	750.00
2.50	375.00		

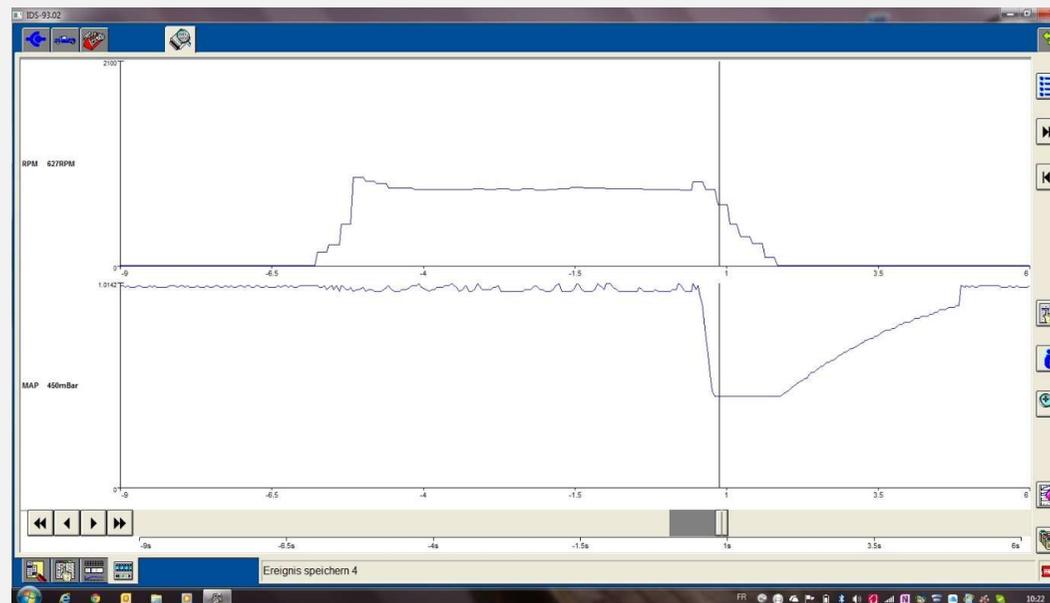


Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

Conseils d'atelier pour le contrôle de la soupape de recirculation des gaz d'échappement (EGR)

Contrôle rapide de la vanne EGR ouverte

Si le capteur MAP se trouve derrière le volet du tuyau d'aspiration, on peut supposer que les mêmes conditions de pression se produisent que pour le moteur à essence derrière le papillon des gaz. Après la fermeture du clapet du tuyau d'aspiration, une dépression de 300 à 400 mbars se produit brièvement lorsque le moteur s'arrête. Si ce n'est pas le cas, une vanne EGR ouverte pourrait en être la cause.



Diagnostic d'erreurs/recherche d'erreurs – Mesures pratiques

Les codes d'erreur les plus courants pour le FAP

- Les codes d'erreur sont générés et enregistrés par le système de diagnostic embarqué (OBD) des véhicules.
- Les codes permettent d'identifier la zone dans laquelle le problème se produit et servent de guide au technicien lors de la résolution de la panne.
- Ne remplacez jamais un composant ou une pièce uniquement sur la base d'un code d'erreur affiché. Consultez toujours le manuel d'atelier pour obtenir, avec les résultats des tests effectués, des informations supplémentaires sur la cause de la panne.
- En cliquant sur le lien suivant, tu trouveras une liste des pannes les plus fréquentes liées au FAP, avec une description et les causes possibles. Il est suivi de conseils pour la réparation et l'entretien du FAP.

<https://www.as-sl.com/pdf/Codes-d-erreur.pdf>



Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel - Conseils

Rendez-vous du véhicule au contrôle technique

- Avant de présenter le véhicule au contrôle technique et si le véhicule présente une mesure de particules proche de la limite, il est conseillé de parcourir une longue distance avec le véhicule à un régime aussi constant que possible (environ 3.000/min).
- Ne laissez pas le moteur tourner au ralenti si vous êtes en file d'attente. Coupez le moteur.
- L'ajout d'un produit de nettoyage dans le réservoir de carburant pourrait être utile pour améliorer les niveaux d'émission et l'indice d'opacité. Le traitement doit être terminé avant d'aller au contrôle technique.



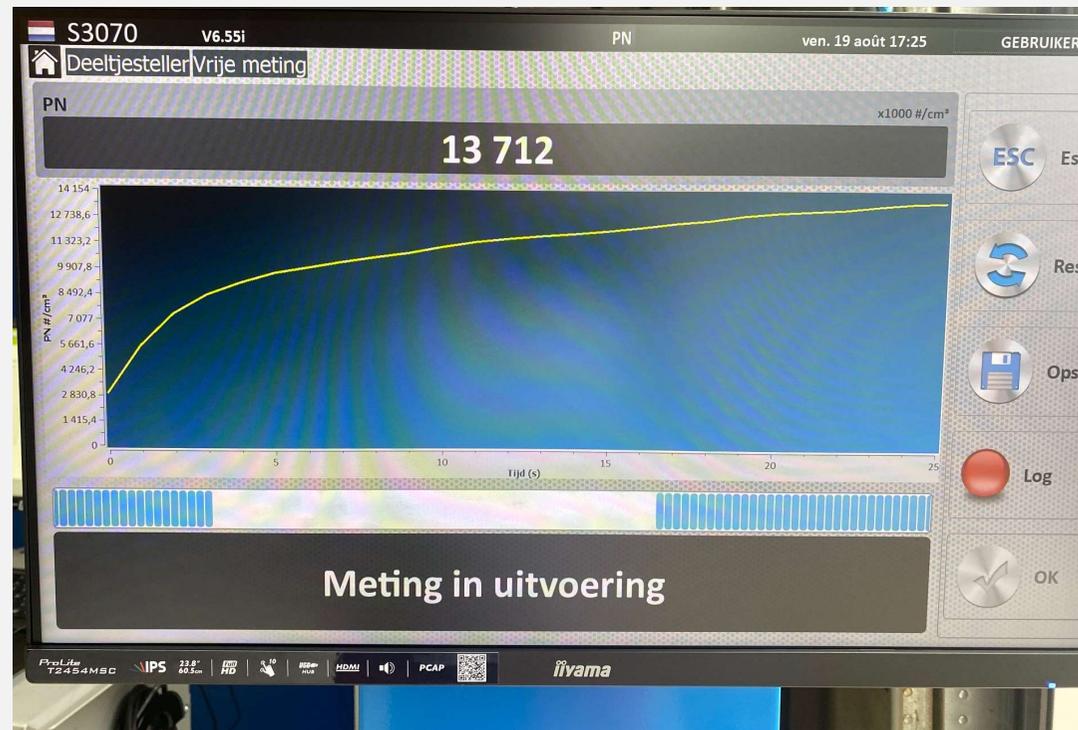


Cas concret

 **educam**

Contrôle sur FORD B-Max 1,5 TDCI – 75.000 Km, usage mixte

- 1° contrôle : contrôles préliminaires sans détection de défaut, pas de code défaut, paramètres corrects, mesure de particules 13.000.000



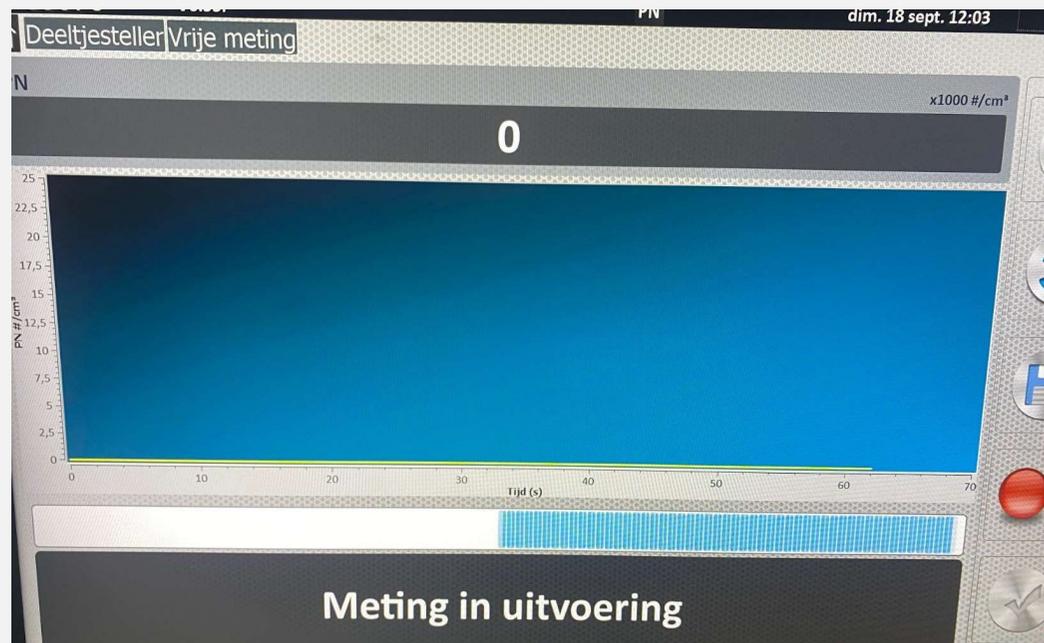
Contrôle sur FORD B-Max 1,5 TDCI – 75.000 Km, usage mixte

- Usage d'un additif de « décrassage » pour carburant, légère augmentation de la quantité de particules
- Dépose du filtre à particules et régénération chez DIFITEC, nettoyage liquide
- Il existe aussi la société Scannixgreen qui régénère les filtres par traitement thermique

DIFITEC bvba Achterstraat 127 9450 Haaltert Tel. +32 (0)53 60 89 08	 WERKORDER
DE HEER PAUL-HENRI GILISSEN RUE DES TILLEULS 26 4920 AYWAILLE Belgie	WERKORDER : 9034 Datum : 25/08/2022 Techniker :
Filter (type) : DPF CRT + KAT E5B Serie nummer : E4081403 Onderdeel nummer : AV21-5H270-RA Productie datum : 29/11/2012 Merk : FOMOCO	DEBIET waarden : Voor reinigen : 199 m ³ /h Na reinigen : 285 m ³ /h Druk waarden : Druk voor reinigen : 43 mbar Druk na reinigen : 19 mbar
ROET AAN UITGANGZIJDE --> DPF LAAT TEVEEL DOOR VISUELE CHECK FILTERELEMENT MET ENDOSCOOP OK	

Contrôle sur FORD B-Max 1,5 TDCI – 75.000 Km, usage mixte

- Remplacement du filtre à particules et de l'échappement complet





La mesure de 5 gaz

Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel – Analyseur 4 ou 5 gaz

Analyseur 5 gaz avec le logiciel « easydiag »

- La mesure des gaz d'échappement permet par exemple de vérifier le fonctionnement de la recirculation des gaz d'échappement (EGR). La valeur lambda d'un moteur diesel avec l'EGR désactivé est supérieure à 5 au ralenti. Lorsque l'EGR est activé, la valeur lambda tombe à 2 - 4. En activant et désactivant l'EGR et en observant l'affichage, il est possible de vérifier la souplesse de la vanne EGR et le contrôle de l'EGR.
- L'évaluation des taux de CO et de HC permet d'évaluer l'efficacité du catalyseur d'oxydation. Les taux de CO et de HC doivent être proches de zéro au ralenti et n'augmenter que très légèrement en charge. Les véhicules équipés d'un filtre à particules, en particulier, ont besoin d'un catalyseur d'oxydation intact pour réchauffer les gaz d'échappement afin d'assurer une régénération réussie.
- Si le véhicule est équipé d'une sonde lambda à large bande, il est possible de vérifier la valeur affichée de l'autodiagnostic à l'aide de l'appareil de mesure des quatre gaz. Il ne faut toutefois pas s'attendre à une concordance à 100 % des valeurs lambda.



Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel – Analyseur 4 ou 5 gaz

Valeurs des gaz d'échappement

- En fonctionnement normal, les émissions à l'échappement se situent aux valeurs suivantes:

	(au ralenti)	(à puissance maxi)
CO :	100 à 450 ppm	350 à 2 000 ppm
CO ₂ :	env. 3,5 % en volume	12 à 16 % en volume
O ₂ :	18 % en volume	2 à 11 % en volume
HC :	50 à 500 ppm	- de 50 ppm
NOx :	50 à 200 ppm	600 à 2 500 ppm

Exemple: 100 ppm = 0,0001 % et 1 ppm = 0,000001 % soit 1×10^{-6} %

Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel – Analyseur 4 ou 5 gaz

Valeurs des gaz d'échappement

- Dans les moteurs diesel, la valeur lambda oscille entre $\lambda = 1,3$ et $\lambda = 6$. En dessous de $\lambda = 1,3$, la suie apparaît de manière excessive lors de la combustion.
- Lors d'un essai routier avec une Ford C-MAX 1.6 TDCi (Euro 5), les valeurs lambda suivantes ont été mesurées avec un appareil de diagnostic :
 - Au ralenti, un $\lambda = 2,01$
 - À 50 km/h, un $\lambda = 1,21$
 - À 70 km/h, un $\lambda = 1,09$
 - À 120 km/h, un $\lambda = 1,39$
- Calcul du rapport air/carburant (valeur approximative pour une valeur mesurée de 13,84 O₂) avec un compteur à cinq gaz au ralenti sur le véhicule ci-dessus.

$$\lambda = \frac{0,21}{0,21 - x_{O_2}} = \text{p.ex.} \lambda = \frac{0,21}{0,21 - 0,1384} = 2,93$$

Analyse des gaz d'échappement des moteurs diesel



 educam