

Remerciements

*Nous remercions dieu de nous avoir donné la force Pour
accomplir ce travail.*

*Nous remercions mon encadreur Mr Dali Mohammed
pour son aide, son encouragement et sa patience.*

*On n'oublie pas de remercier tous les enseignants
de la spécialité Mécatronique Automobile*

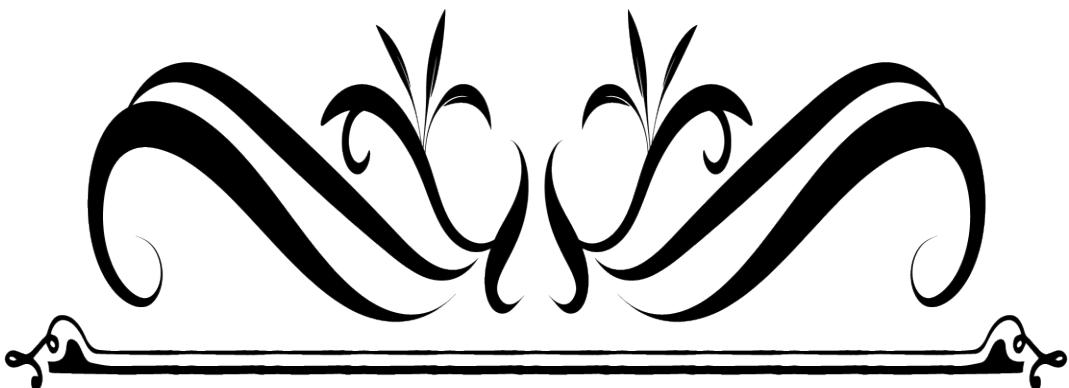


Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :
Nos très chers parents,
a tous nos proches,
amis et collègues

Introduction

Le moteur OM654 de Mercedes-Benz représente une avancée significative dans le domaine de la propulsion diesel moderne. Introduit en 2016, ce bloc est le premier moteur diesel de la marque à utiliser une architecture en aluminium, marquant une rupture avec les traditionnels blocs en fonte. Conçu pour répondre aux normes environnementales de plus en plus strictes, l'OM654 intègre des technologies de pointe telles que la réduction des émissions de NOx, l'injection Common Rail à haute pression et un système de turbocompresseur à géométrie variable. Ce moteur, disponible en plusieurs versions de puissance, équipe une large gamme de véhicules Mercedes-Benz, des berlines aux SUV, en passant par les utilitaires. Ce mémoire se propose d'explorer en détail les caractéristiques techniques, les innovations et les performances de ce moteur, ainsi que son impact sur l'industrie automobile et l'environnement.



CHAPITRE 01 : Contexte et historique des moteurs diesel



1. CHAPITRE 01 : Contexte et historique des moteurs diesel :

Introduction générale :

Le moteur Diesel, appelé également moteur à allumage par compression, est un moteur à combustion et explosion dont la combustion est déclenchée lors de l'injection de carburant dans la **chambre de combustion** remplie d'air comprimé, par un phénomène d'auto-inflammation. Celui-ci est permis par les températures de 700 à 900 °C, atteintes par la compression de l'air dans les cylindres jusqu'à un taux de compression de 14:1 à 25:1.

Le moteur Diesel tire son nom des travaux de Rudolf Diesel entre 1893 et 1897.

2. Évolution des moteurs diesel

Les moteurs diesel ont considérablement évolué au fil des années pour répondre aux normes de plus en plus strictes sur les émissions et les performances. Parmi les évolutions notables :

Technologies de contrôle des émissions : Les systèmes SCR, DPF et EGR permettent de réduire les émissions polluantes tout en maintenant l'efficacité du moteur.

Systèmes d'injection de carburant haute pression : Ils permettent de mieux contrôler la combustion, de réduire la consommation de carburant et d'améliorer les performances.

Turbocompresseurs et intercoolers : Ces technologies augmentent l'efficacité du moteur en comprimant l'air et en réduisant la température de l'air d'admission.

Optimisation de la combustion : Des techniques comme l'injection multiple et la gestion électronique de la combustion permettent d'optimiser la consommation de carburant et les émissions.

L'évolution des moteurs diesel a traversé plusieurs phases importantes, avec des innovations marquantes à chaque étape. Ces progrès ont permis d'améliorer la performance, l'efficacité énergétique, et de réduire les impacts environnementaux. Voici un approfondissement sur les différentes étapes de cette évolution, avec des détails supplémentaires sur les technologies clés, les innovations et les enjeux associés à chaque phase.

Les Premiers Moteurs Diesel (Fin du 19e siècle – 1910)

- **Rudolf Diesel et l'invention du moteur diesel** : Rudolf Diesel a breveté son moteur à compression en 1892, visant à offrir une alternative plus économique aux moteurs à vapeur. Le moteur diesel de l'époque fonctionnait selon un principe simple : la compression de l'air dans la chambre de combustion entraînait une élévation de température suffisante pour enflammer le carburant injecté. Cette méthode d'allumage est une des principales caractéristiques qui différencie le moteur diesel de celui à essence, qui utilise une bougie d'allumage.
- **Applications industrielles** : Le moteur diesel a rapidement trouvé son application dans les machines industrielles et les moteurs marins, où l'efficacité énergétique était cruciale. La robustesse et l'efficacité de ces moteurs les ont rendus particulièrement adaptés aux applications nécessitant une grande endurance.

L'Expansion et les Premiers Moteurs Diesel Automobiles (Années 1930 – 1960)

- **Premiers moteurs diesel dans les voitures** : Bien que le moteur diesel ait été utilisé dans des applications industrielles et maritimes dès les premières années, il a fallu attendre les années 1930 pour que des moteurs diesel soient adaptés aux voitures particulières. Cependant, ces premiers moteurs étaient souvent jugés bruyants, peu raffinés et difficiles à intégrer dans des véhicules destinés au grand public. C'est dans les années 1950 que les moteurs diesel ont vraiment trouvé leur place dans les véhicules utilitaires comme les camions et les autobus.
- **Caractéristiques et limitations** : Les premiers moteurs diesel étaient connus pour leur efficacité énergétique supérieure aux moteurs à essence, mais aussi pour leur bruit et leur vibration. De plus, leur faible puissance spécifique (par rapport aux moteurs à essence) limitait leur adoption dans les voitures particulières.

Modernisation et Améliorations Technologiques (1970 – 1990)

- **Introduction de l'injection directe** : L'un des grands progrès technologiques dans les années 1970 et 1980 fut l'introduction de l'injection directe dans les moteurs diesel. Ce système améliore l'efficacité de la combustion et permet une meilleure gestion du carburant. En injectant le carburant directement dans la chambre de combustion, les moteurs deviennent plus puissants et plus économies en carburant.
- **Turbocompresseur** : À partir des années 1980, l'ajout de turbocompresseurs dans les moteurs diesel a été une avancée majeure. Le turbocompresseur permet d'augmenter la quantité d'air dans la chambre de combustion, ce qui permet une meilleure combustion du carburant, un gain de puissance et une réduction des émissions.
- **Réduction des émissions et premières normes environnementales** : Face à la pollution croissante des villes, les moteurs diesel ont été confrontés à de nouvelles réglementations concernant les émissions. Des technologies comme la **recirculation des gaz d'échappement (EGR)** ont été introduites pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NOx) en réinjectant une partie des gaz d'échappement dans la chambre de combustion. Toutefois, ces solutions n'étaient pas encore suffisantes pour répondre à la pression croissante des autorités environnementales.

La Révolution de la Technologie Diesel (1990 – 2010)

- **Common Rail** : L'une des innovations les plus marquantes dans les années 1990 fut le système Common rail d'injection. Le système Common rail permet une injection de carburant plus précise, avec une pression plus élevée, ce qui améliore la performance du moteur, réduit la consommation de carburant et diminue les émissions polluantes. Ce système a également permis de rendre les moteurs diesel moins bruyants et moins polluants, ce qui a ouvert la voie à une adoption plus large des moteurs diesel dans les voitures particulières.
- **Contrôle électronique et gestion des émissions** : L'introduction des **systèmes de gestion électronique** des moteurs a permis une optimisation en temps réel des performances. Ces systèmes ajustent précisément l'injection de carburant, la température de combustion et d'autres paramètres pour réduire les émissions tout en maintenant une bonne efficacité énergétique. Cette époque a vu l'apparition

de systèmes comme le **Filtre à Particules (FAP)**, qui capture les particules fines émises par la combustion et les stocke pour une régénération automatique.

- **Réduction des émissions de NOx avec la SCR** : La **réduction catalytique sélective (SCR)** est un autre système clé qui a été introduit dans les années 2000. Ce système permet de réduire les émissions d'oxydes d'azote (NOx) en injectant une solution d'urée (AdBlue) dans les gaz d'échappement, qui réagit avec les NOx pour former de l'azote et de l'eau, des substances inoffensives.

Moteurs Diesel Modernes et Conformité aux Normes Euro (2010 – Présent)

- **Normes Euro 6 et réduction des émissions** : Les moteurs diesel modernes doivent répondre à des normes environnementales de plus en plus strictes, notamment la norme **Euro 6**. Ces normes imposent des limites rigoureuses concernant les émissions de NOx et de particules fines, ce qui a conduit à l'intégration de technologies avancées comme la recirculation des gaz d'échappement (EGR), les filtres à particules (FAP), et les systèmes SCR.
- **Amélioration de l'efficacité énergétique** : Les moteurs diesel modernes sont de plus en plus efficaces, grâce à des améliorations dans la gestion de la combustion et l'optimisation du système de turbo. L'adoption de **moteurs à injection directe multiple** permet d'améliorer encore la combustion et la réduction de la consommation de carburant.
- **Dieselgate et Impact sur la Perception Publique** : L'un des événements marquants de cette période a été le scandale du **Dieselgate** en 2015, où plusieurs constructeurs automobiles ont été accusés de manipuler les tests d'émissions des moteurs diesel. Cela a conduit à une perte de confiance dans la technologie diesel, avec une pression accrue pour se tourner vers des alternatives plus écologiques comme les moteurs électriques et hybrides.

Vers une Transition Écologique : L'Avenir des Moteurs Diesel (2020 – Avenir)

- **L'électrification et les alternatives au diesel** : L'essor des véhicules électriques et des moteurs hybrides est en train de redéfinir l'industrie automobile, réduisant la dépendance aux moteurs thermiques, y compris les moteurs diesel. Les véhicules électriques sont perçus comme plus écologiques, car ils n'émettent pas de CO2 pendant leur fonctionnement. Cependant, dans les segments de véhicules lourds, utilitaires, et poids lourds, les moteurs diesel restent nécessaires en raison de leur efficacité énergétique sur de longues distances et de leurs faibles coûts d'exploitation.
- **Hybridation des moteurs diesel** : Les moteurs diesel hybrides sont en développement pour combiner les avantages des moteurs à combustion interne et des moteurs électriques. Cette approche pourrait offrir une alternative durable, en réduisant les émissions de CO2 et en augmentant l'efficacité énergétique.
- **Moteurs à hydrogène** : Les moteurs à combustion interne utilisant des carburants modernes à base d'hydrogène n'émettent pas de CO₂, ce qui est bénéfique pour le changement climatique. Les produits de la combustion, dans ce cas, sont de la vapeur d'eau et de petites quantités d'oxydes d'azote (NOx), qui sont certes nocifs pour l'environnement, mais l'utilisation de filtres appropriés compense ce problème. La faible efficacité énergétique reste cependant un problème. La densité énergétique de l'hydrogène est beaucoup plus faible que celle des combustibles

fossiles (environ 2-3 kWh/l contre 11 kWh/l pour le diesel). Cela signifie qu'un moteur à combustion interne doit brûler beaucoup plus d'hydrogène que de combustibles fossiles, ce qui se traduit par une faible autonomie ou la nécessité d'utiliser des réservoirs de carburant plus grands. Dans un moteur alternatif, seuls 30 % environ de l'énergie du carburant sont utilisés pour la propulsion. Le reste est converti en chaleur et est éliminé du système sous cette forme. Les fabricants travaillent à une utilisation plus efficace de l'hydrogène et des carburants modernes à base d'hydrogène. Par exemple, en 2021, la marque chinoise GAC Motor a mis au point un moteur qui devrait avoir un rendement supérieur à 44 % et a annoncé le développement d'une infrastructure correspondante.

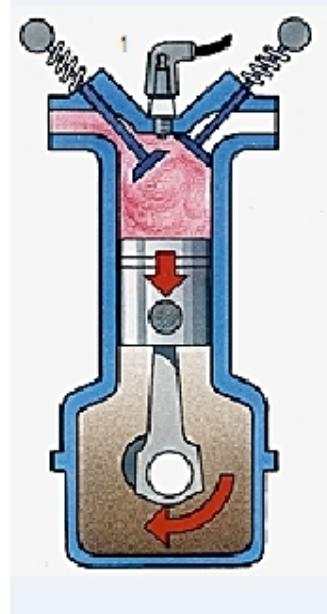
3.Principe de fonctionnement du moteur diesel

Le moteur diesel repose sur un cycle thermodynamique appelé cycle Diesel, qui comprend quatre phases principales : admission, compression, combustion, et échappement.

Admission :

Lors de l'admission, une soupape d'admission s'ouvre, et de l'air frais est aspiré dans le cylindre du moteur pendant que le piston se déplace vers le bas.

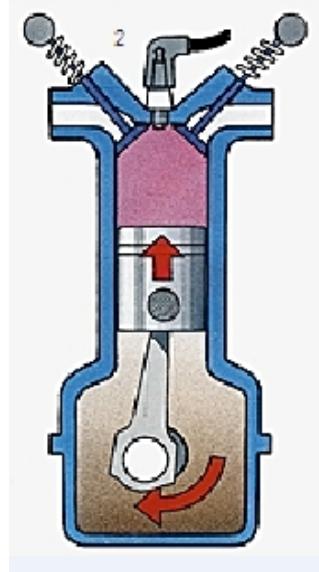
Contrairement au moteur à essence, il n'y a pas de mélange préalable de carburant et d'air. L'air seul est aspiré.



Compression :

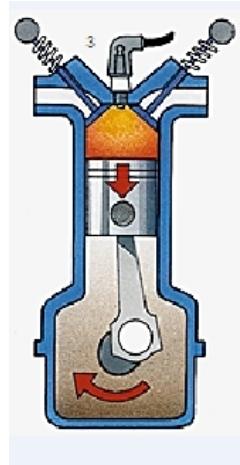
Une fois que la soupape d'admission se ferme, le piston se déplace vers le haut, comprimant l'air dans le cylindre. Ce processus augmente la pression et la température de l'air (jusqu'à environ 500°C), sans l'injection de carburant à ce stade.

Le taux de compression dans un moteur diesel est beaucoup plus élevé que dans un moteur à essence, généralement de 14:1 à 25:1. Cette compression élevée permet une plus grande efficacité thermique et énergétique, mais elle exerce également des contraintes plus importantes sur les composants du moteur.

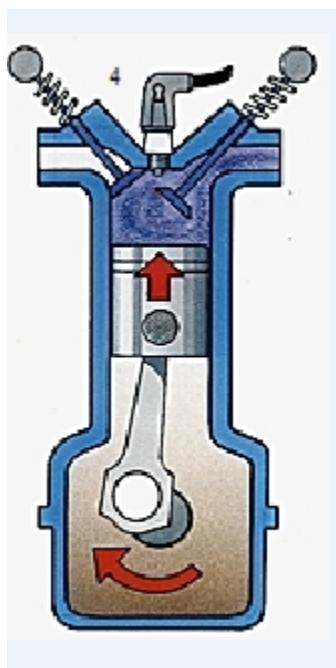


Combustion :

peu après le point mort haut on introduit, par une injection, le carburant qui se mêle à l'air comprimé. La combustion rapide qui s'ensuit constitue le temps moteur : les gaz chauds repoussent le piston, libérant une partie de leur énergie. Celle-ci peut être mesurée par la courbe de puissance moteur

**Échappement :**

Après la combustion, les gaz d'échappement sont évacués du cylindre lors de la phase d'échappement. La soupape d'échappement s'ouvre, et les gaz sont expulsés sous pression pour libérer de l'espace pour le cycle suivant.



4.Composants principaux d'un moteur diesel :

Cylindres et pistons :

Le moteur diesel fonctionne avec des cylindres où la combustion a lieu. Chaque cylindre contient un piston qui se déplace de haut en bas, transformant l'énergie thermique en énergie mécanique.

Les pistons dans un moteur diesel sont souvent plus robustes que ceux dans un moteur à essence en raison des forces plus élevées générées par la compression.

Système d'injection de carburant :

L'injection de carburant est une partie clé du moteur diesel. Le carburant diesel est injecté dans la chambre de combustion sous haute pression, généralement entre 1 500 et 2 500 bars, ce qui permet une atomisation fine du carburant, assurant une combustion plus complète.

Système d'injection à rampe commune (common rail) : Il s'agit d'un système moderne d'injection à haute pression qui permet un contrôle précis de l'injection à différents moments du cycle pour optimiser la combustion.

Turbocompresseur :

Le turbocompresseur est couramment utilisé dans les moteurs diesel modernes. Il permet d'augmenter l'air entrant dans les cylindres en utilisant les gaz d'échappement pour faire tourner une turbine qui comprime l'air.

Cela améliore l'efficacité du moteur en permettant une plus grande quantité d'air et de carburant dans les cylindres, augmentant ainsi la puissance et réduisant la consommation de carburant.

Vanne EGR (Recirculation des gaz d'échappement) :

Le système EGR réinjecte une partie des gaz d'échappement dans les cylindres pour réduire la température de combustion et ainsi limiter la formation d'oxydes d'azote (NOx), qui sont des polluants nocifs.

Filtre à particules (DPF)

Le DPF capture les particules fines (suie) qui sont générées par la combustion incomplète du carburant diesel. Le filtre doit être régulièrement régénéré pour brûler les particules accumulées, et cela peut être fait automatiquement par l'ordinateur du moteur.

Réduction catalytique sélective (SCR) :

Le SCR est un système utilisé pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NOx). L'AdBlue (une solution d'urée) est injecté dans les gaz d'échappement, et grâce à une réaction chimique dans le catalyseur, les NOx sont convertis en azote et en eau.

5. Avantages du moteur diesel

Efficacité énergétique supérieure :

Grâce à son taux de compression plus élevé, le moteur diesel extrait davantage d'énergie du carburant, ce qui lui permet de consommer moins de carburant pour une même distance parcourue par rapport aux moteurs à essence.

Cette caractéristique fait des moteurs diesel un choix privilégié pour les véhicules de transport longue distance, les camions, et les applications nécessitant une forte capacité de travail.

Couple élevé :

Les moteurs diesel produisent un couple plus élevé à bas régime, ce qui les rend particulièrement adaptés pour des applications nécessitant de la puissance à faible vitesse, comme les camions, les bus, les équipements agricoles et industriels.

Durabilité et longévité :

En raison de leur conception robuste et de la manière dont ils fonctionnent, les moteurs diesel ont généralement une durée de vie plus longue que les moteurs à essence. Ils peuvent supporter des charges de travail plus importantes et des conditions de conduite plus sévères.

Réduction des émissions de CO2 :

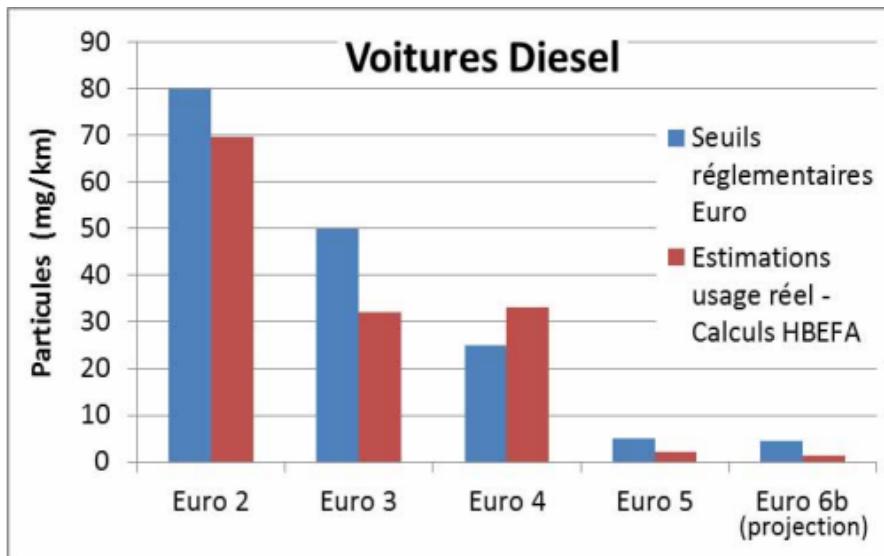
En raison de leur meilleure efficacité thermique, les moteurs diesel émettent généralement moins de CO2 par unité d'énergie produite que les moteurs à essence. Cela en fait une option plus favorable dans le cadre des objectifs de réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

6. Inconvénients et défis des moteurs diesel :

Émissions de NOx et de particules :

Les moteurs diesel traditionnels sont associés à des émissions de NOx et de particules fines, qui sont des polluants responsables de problèmes de santé publique et de la pollution de l'air.

C'est pour cette raison que les moteurs diesel modernes sont équipés de technologies de réduction des émissions comme l'EGR, le DPF et le SCR.



Coût d'entretien plus élevé :

Bien que les moteurs diesel soient durables, ils nécessitent des coûts d'entretien plus élevés en raison de la complexité des systèmes d'injection, des filtres et des catalyseurs.

Bruit et vibrations :

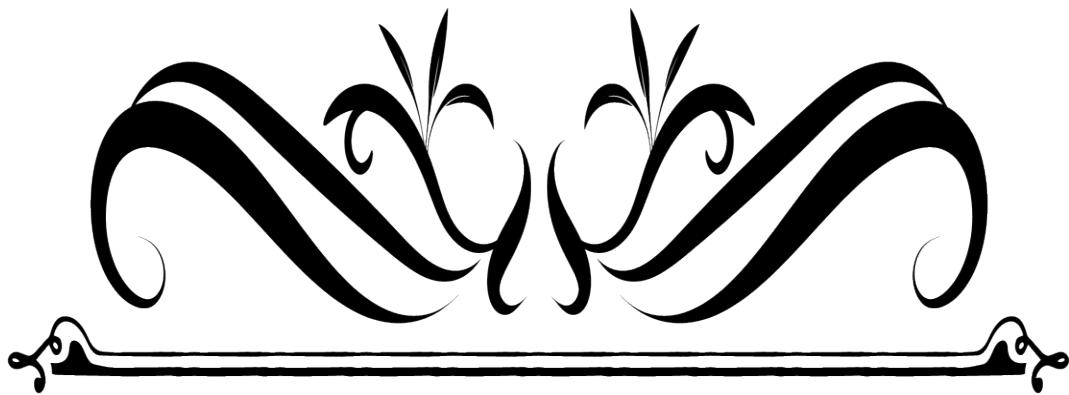
Les moteurs diesel ont tendance à être plus bruyants et à produire plus de vibrations que les moteurs à essence en raison de la compression plus élevée. Cependant, les innovations technologiques ont permis de réduire ces inconvénients.

Coût initial plus élevé :

Le coût d'achat d'un véhicule équipé d'un moteur diesel est généralement plus élevé en raison des composants supplémentaires, comme le turbocompresseur, le système d'injection haute pression et les dispositifs de réduction des émissions.

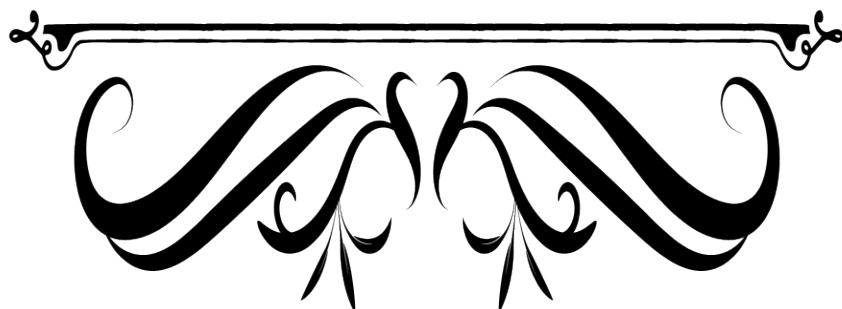
7. Conclusion :

L'évolution des moteurs diesel a été marquée par des avancées significatives en matière d'efficacité énergétique, de réduction des émissions et de performances. Si le moteur diesel reste un choix populaire dans des applications spécifiques (comme les véhicules utilitaires et les camions), il est confronté à une concurrence croissante de la part des technologies hybrides et électriques, ainsi qu'à des préoccupations environnementales qui ont modifié sa place sur le marché des voitures particulières. La transition vers des solutions plus écologiques semble inévitable, mais le moteur diesel pourrait encore jouer un rôle clé dans certaines niches de marché, à condition que de nouvelles technologies d'émissions et de réduction de l'impact écologique continuent à être développées.



CHAPITRE 02 :

Caractéristiques techniques du Moteur OM654



1. CHAPITRE 02 : Caractéristiques techniques du moteur OM654



Sommaire :

Overview

Partie mécanique

Combustion

Refroidissement et lubrification

Overview

Le moteur OM654 est un moteur diesel 4 cylindres nouvellement développé avec système d'injection diesel ‘Common rail’, recyclage des gaz d'échappement multivoie, suralimentation mono étagée par turbocompresseur, post-traitement des gaz d'échappement avec système SCR de troisième génération et gestion thermique optimisée.

Le moteur OM654 fait son apparition pour la première fois sur la nouvelle Classe E.

Les objectifs suivants sont atteints avec le nouveau OM654 :

- Concept uniformisé d'une famille de moteurs
- Convient à différents concepts de transmission
- Augmentation de puissance
- Réduction du poids
- Réduction de consommation
- Respect des futures seuils d'émission
- Potentiel de développement au niveau de la réduction des consommations et émissions
- Niveau sonore amélioré



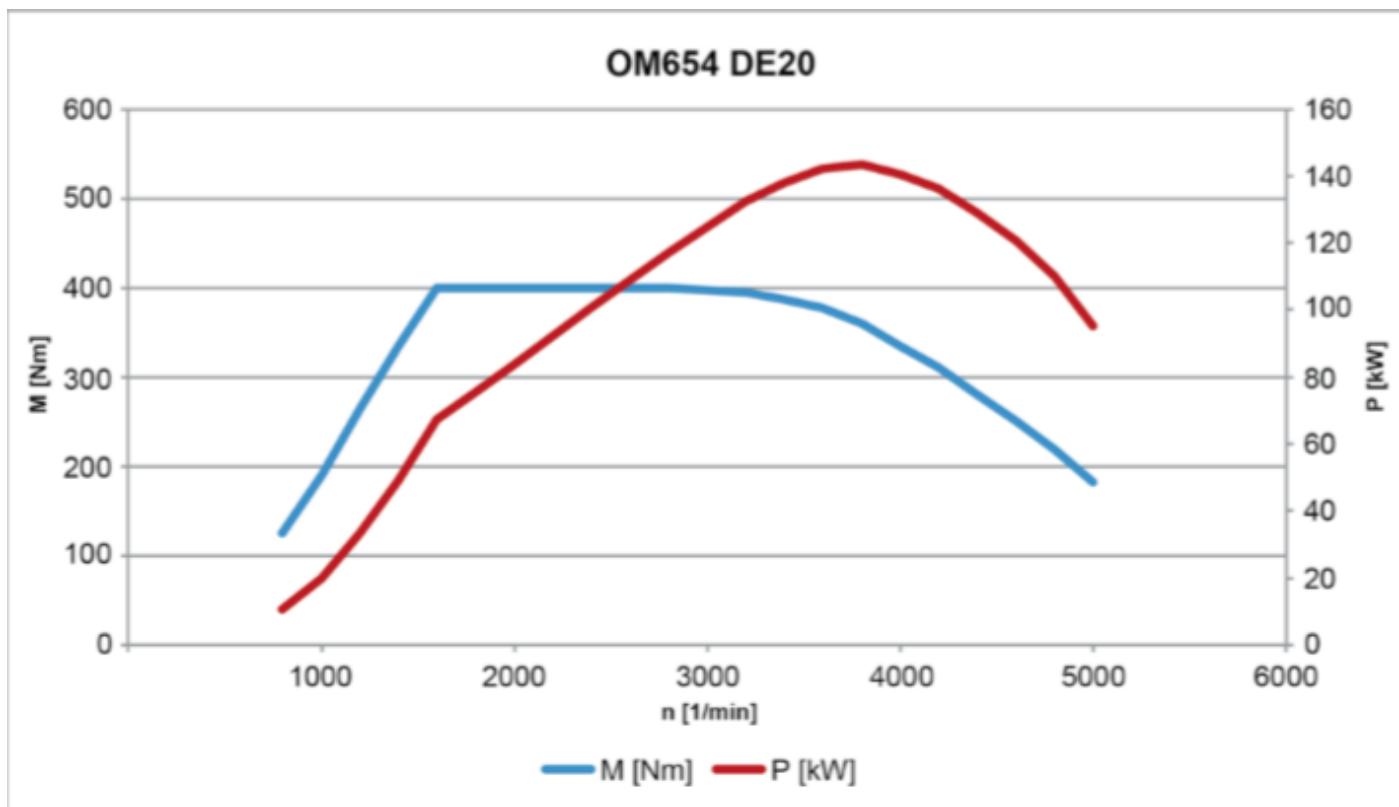
P07.16-4129-00

OM654 D20 SCR

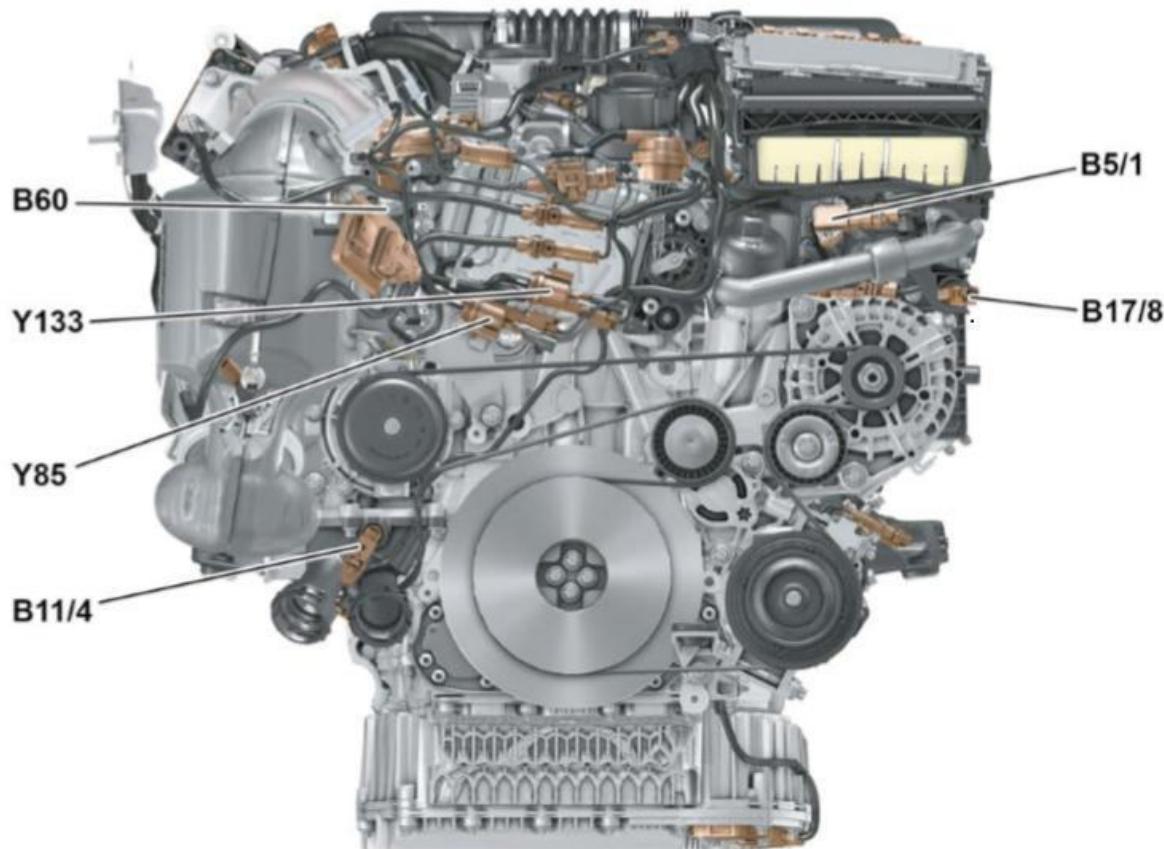
Série 213	Unité	E 220 d Berline
Modèle de moteur		OM654.920
Désignation du moteur		OM654 D20 SCR
Norme de pollution		EURO 6
Disposition/Nombre de cylindres		En ligne/4
Cylindrée	cm ³	1950
Alésage	mm	82
Course	mm	92,3
Nombre de soupapes par cylindre		4
Écartement des cylindres	mm	90
Taux de compression		15,5 : 1
Puissance nominale à un régime de	kW 1/min	143 3800
Couple nominal à un régime de	Nm 1/min	400 1600...2400
Type de carburant		gazole
Système d'injection		Common Rail
Pression d'injection maximale	bar	2050
Pression de suralimentation	bar	1,8
Poids du moteur (à sec)	kg	168

Caractéristiques techniques du Moteur OM654

2. Diagramme de puissance

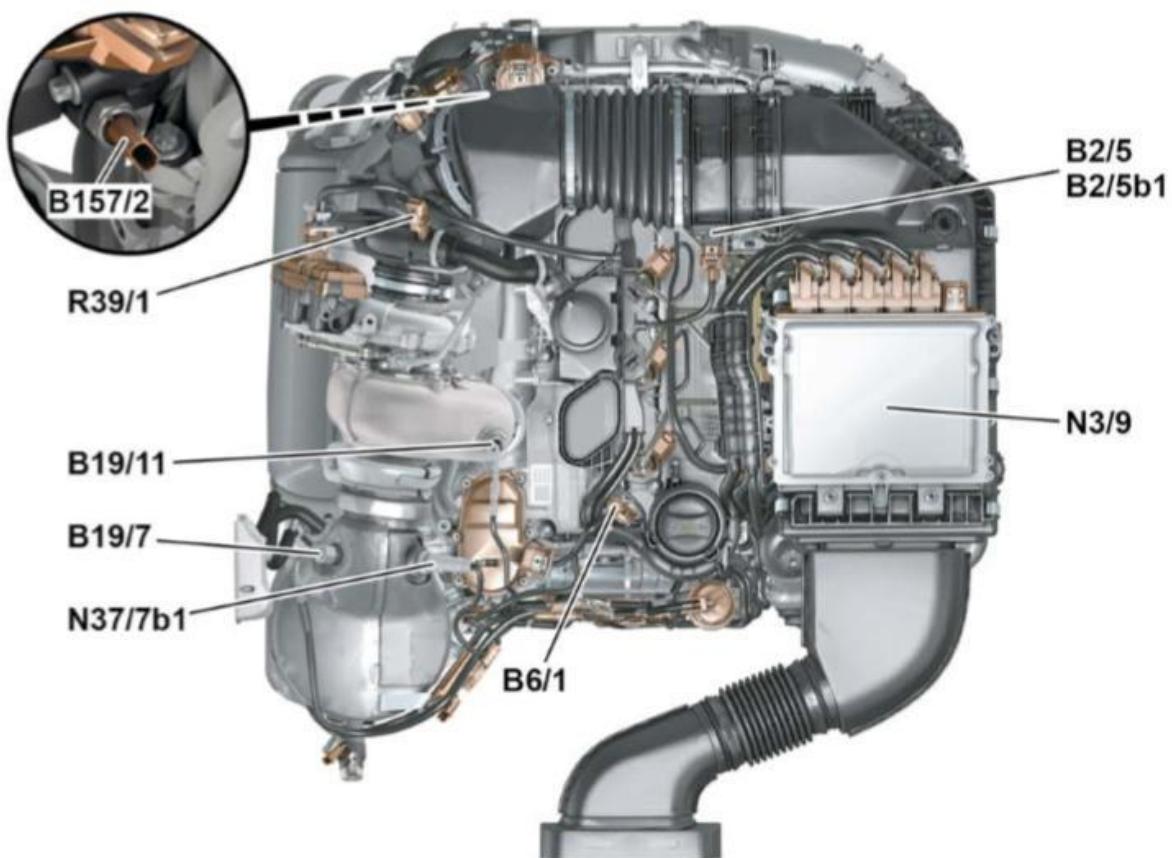


3.Vues du moteur



Vue Avant du Moteur

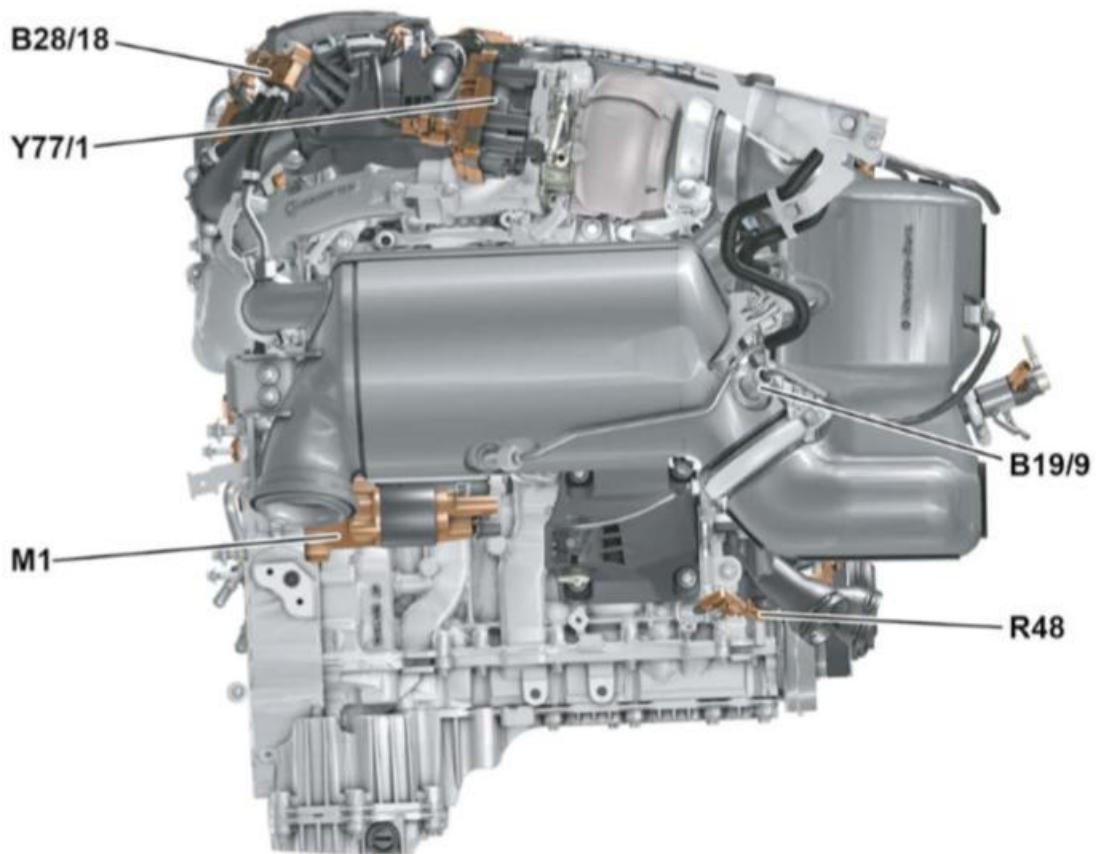
B5/1	<i>capteur de pression du suralimentation</i>	B60	<i>capteur de pression des gaz d'échappement</i>
B11/4	<i>capteur de température du liquide de refroidissement</i>	Y85	<i>vanne d'inversion bypass de refroidisseur de recyclage des gaz d'échappement</i>
B17/8	<i>capteur de température d'air de suralimentation</i>	Y133	<i>vanne d'inversion pompe à liquide de refroidissement</i>



P07_16-4188-00

Vue de dessus du Moteur

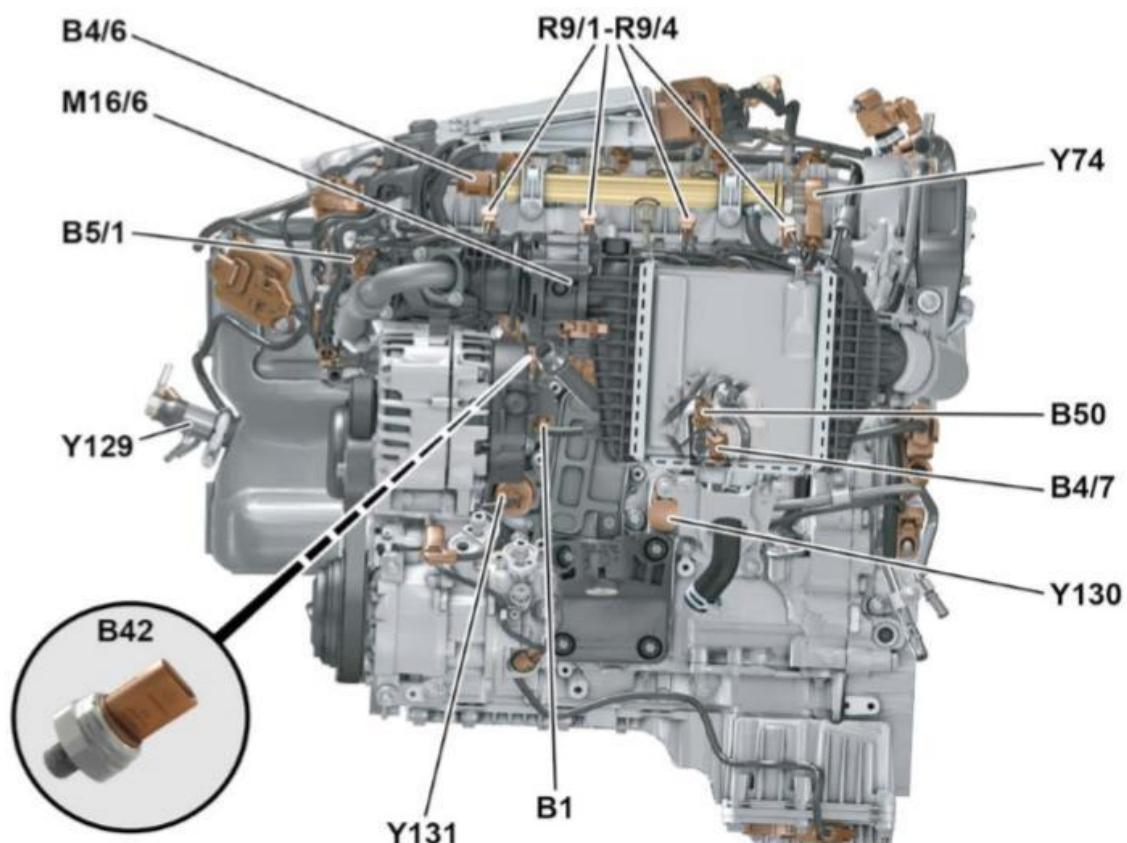
B2/5	<i>Débitmètre d'air massique à film chaude</i>	B157/2	<i>Capteur de température recyclage des gaz d'échappement basse pression</i>
B2/5b1	<i>Capteur de température d'admission d'air</i>	N3/9	<i>Calculateur CDI</i>
B6/1	<i>Capteur Hall arbre à came</i>	N37/7b1	<i>Capteur NOx avant catalyseur à oxydation diesel</i>
B19/7	<i>Capteur de température avant catalyseur</i>	R39/1	<i>Élément chauffant conduite de purge</i>
B19/11	<i>Capteur de température avant turbocompresseur</i>		



P07.16-41.B4-00

Vue de droite du moteur

B19/9	Capteur de température avant filtre à particules diesel	R48	Élément chauffant thermostat de liquide de refroidissement
B28/18	Capteur de pression différentielle recyclage des gaz d'échappement basse pression	Y77/1	Variateur de pression de suralimentation
M1	Démarreur		



P07.16-4189-00

Vue de gauche

B1	Capteur de température d'huile moteur	R9/2	Bougie de préchauffage cylindre 2
B4/6	Capteur de pression de carburant haute pression	R9/3	Bougie de préchauffage cylindre 3
B4/7	Capteur de pression de carburant	R9/4	Bougie de préchauffage cylindre 4
B5/1	Capteur de pression de suralimentation	Y74	Régulateur de pression
B42	Capteur de pression d'huile moteur	Y129	Doseur d'AdBlue®
B50	Capteur de température de carburant	Y130	Vanne pompe huile moteur
M16/6	Actionneur de papillon des gaz	Y131	Vanne d'arrêt gicleurs d'huile
R9/1	Bougie de préchauffage cylindre 1		

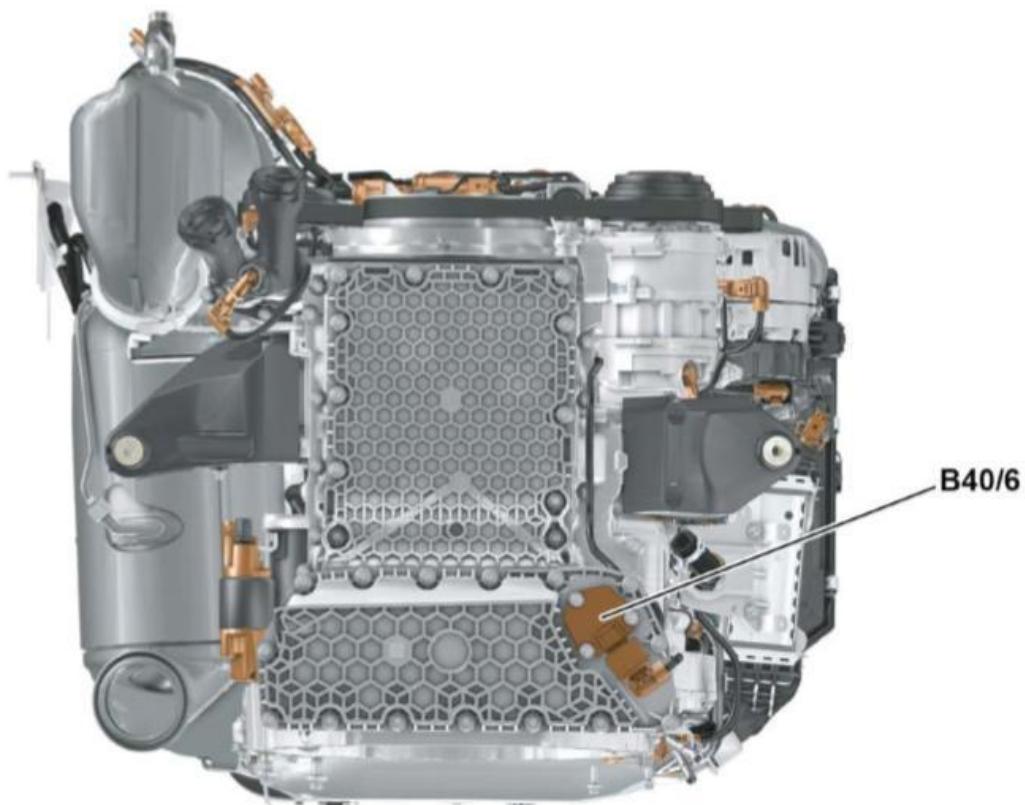


P07.16-4187-00

Vue arrière du moteur

B70 Capteur Hall de vilebrequin

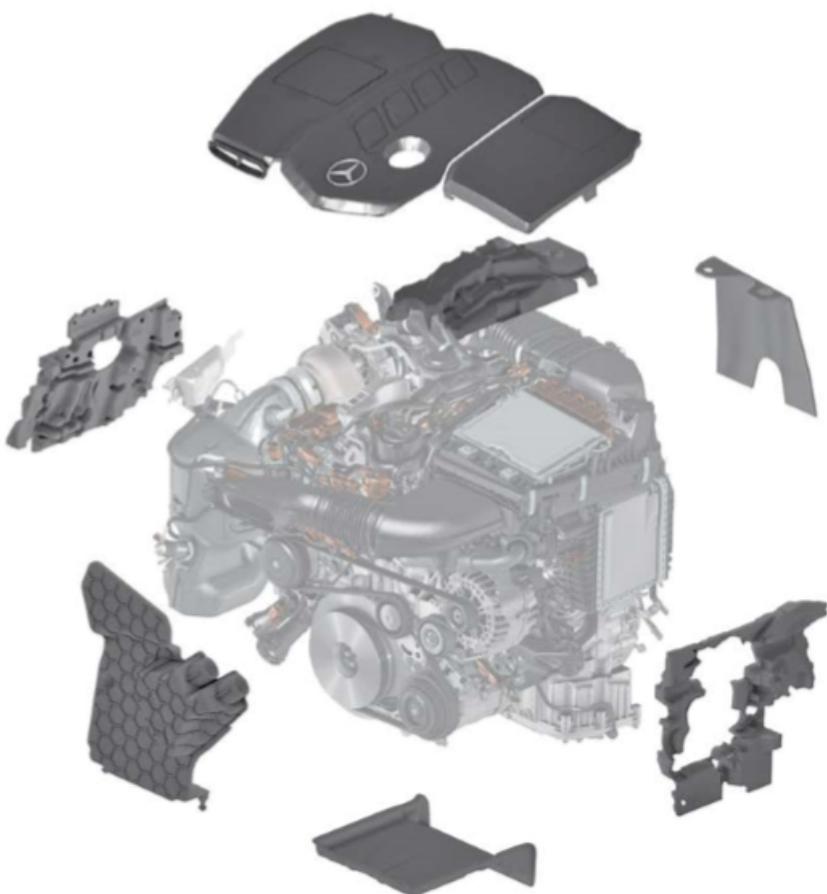
N14/3 Étage final de préchauffage



P07.16-4126-00

Vue de dessous du moteur

B40/6 Capteur de niveau huile moteur



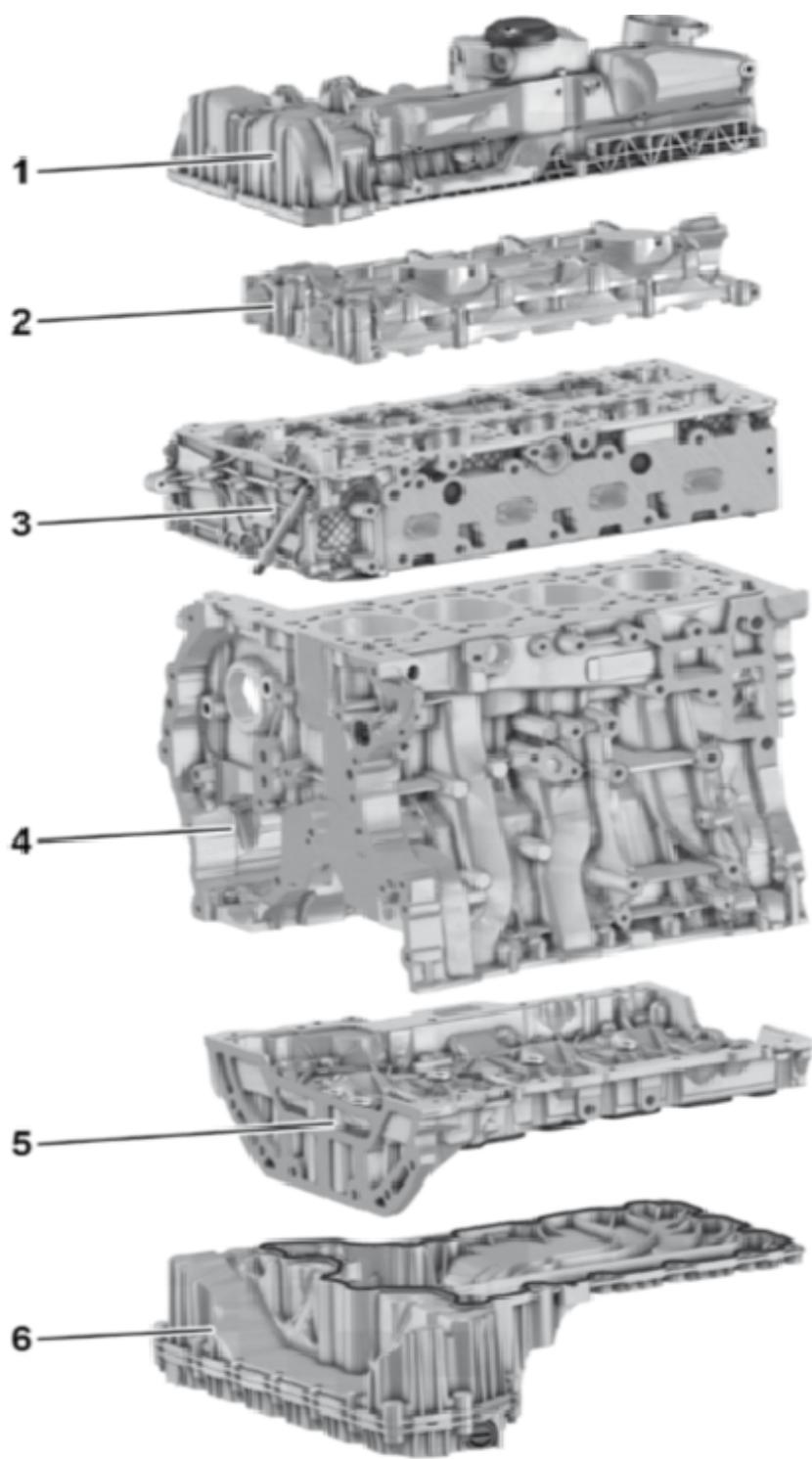
P01.00-362s-00

Vue de l'équipement d'insonorisation

4.Moteur de base

Le moteur OM654 est doté d'un bloc-cylindres en aluminium. Les surfaces des cylindres reçoivent en plus une enduction Nanoslide®. Les divers cylindres sont distants de 90 mm les uns des autres.

Des avantages supplémentaires en termes de frottement et de compatibilité de montage sont obtenus par une disposition désaxée de la surface des cylindres, vers le côté froid du moteur. Pour améliorer le refroidissement des zones thermiquement sollicitées, la culasse présente une double chemise humide.



Vue éclatée du Moteur de base

- 1 Couvre-culasse
- 2 Carter de palier d'arbre à cames
- 3 Culasse
- 4 Bloc-cylindres
- 5 Bloc-cylindres partie inférieure
- 6 Carter d'huile moteur en deux parties

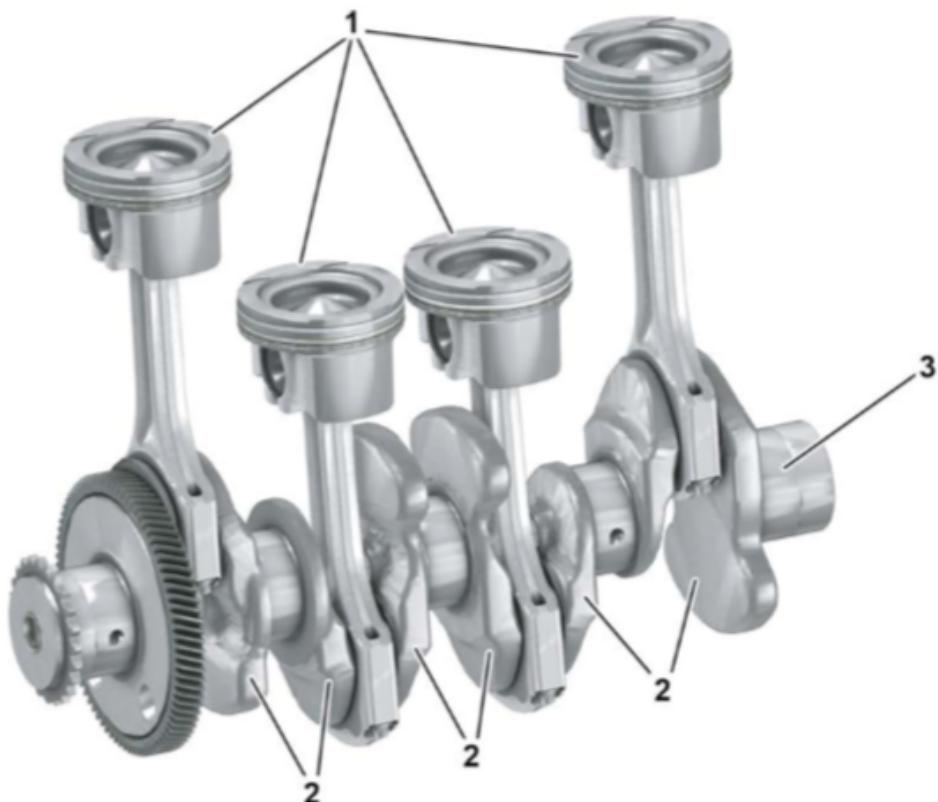
4.1 Embielage – Généralités

L'embielage fait appel à un vilebrequin forgé à 5 paliers. Le rapport alésage/course réalisé est de 82 mm/92,3 mm.

Ce rapport permet un bon remplissage de la chambre de combustion et par conséquent une combustion efficiente. La régularité de la rotation est obtenue par un équilibrage Lanchester.

a. Piston

Des pistons en acier dotés de cavités étagées sont utilisés. Les zones de chasse étroites des pistons permettent une exploitation maximale de l'air et abaissent ainsi les valeurs de suie.



001.40-2351-00

Embielage

1 *Piston*

3 *Vilebrequin*

2 *Contrepoids*

4.2. Entraînement par chaîne

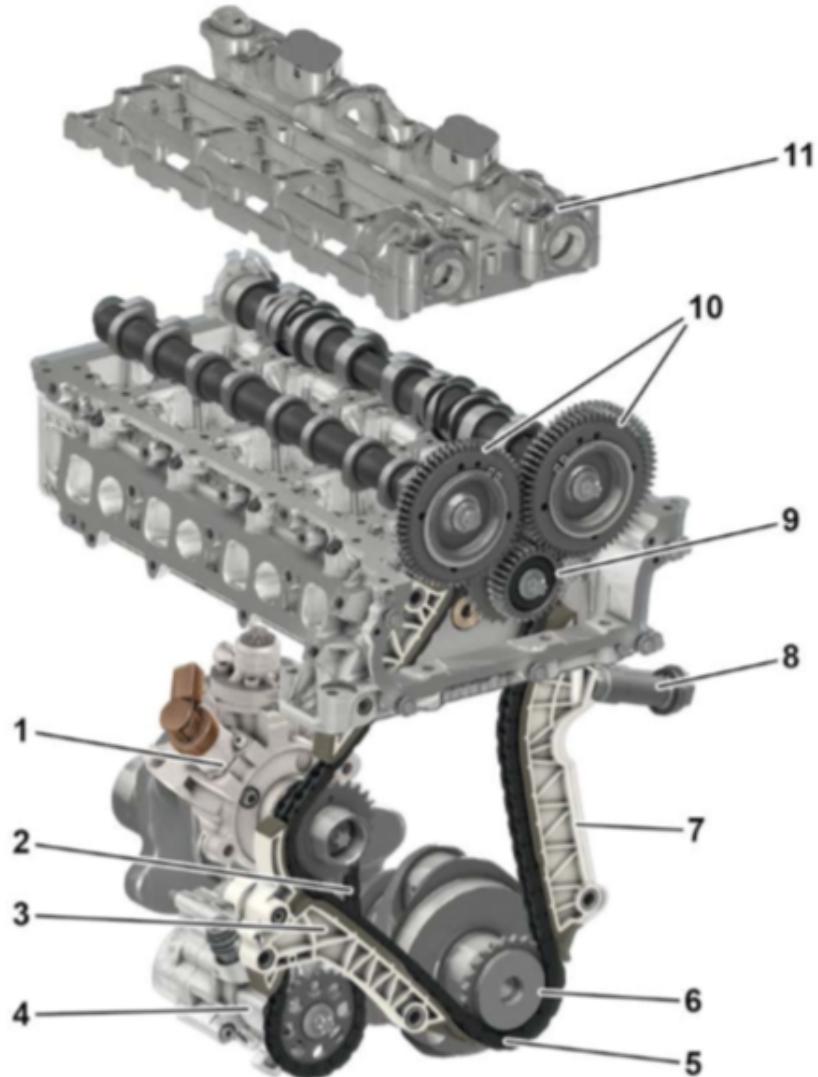
Le système d'entraînement est monté côté boîte de vitesses du moteur. Il combine un entraînement par chaîne et un train de pignons. La pompe à carburant haute pression et un pignon intermédiaire sont entraînés par l'intermédiaire de la denture du pignon de chaîne (directement sur le vilebrequin).

Le pignon de chaîne est vissé directement sur l'arbre d'entraînement de la pompe à carburant haute pression via un cône. La pompe à huile tandem et la pompe à dépression sont entraînées via une deuxième prise de la chaîne.

Le pignon d'entraînement d'arbre à cames entraîne l'arbre à cames d'échappement. L'arbre à cames d'échappement entraîne à son tour l'arbre à cames d'admission.

Afin de minimiser les bruits, les pignons de l'arbre à cames sont comprimés les uns par rapport aux autres. Avant de déposer les pignons d'entraînement des arbres à cames, il faut bloquer le pignon d'entraînement d'arbre à cames pour les empêcher de tourner.

Ce blocage est réalisé au moyen d'une goupille de sécurité, qui doit être insérée dans le trou prévu à cet effet.



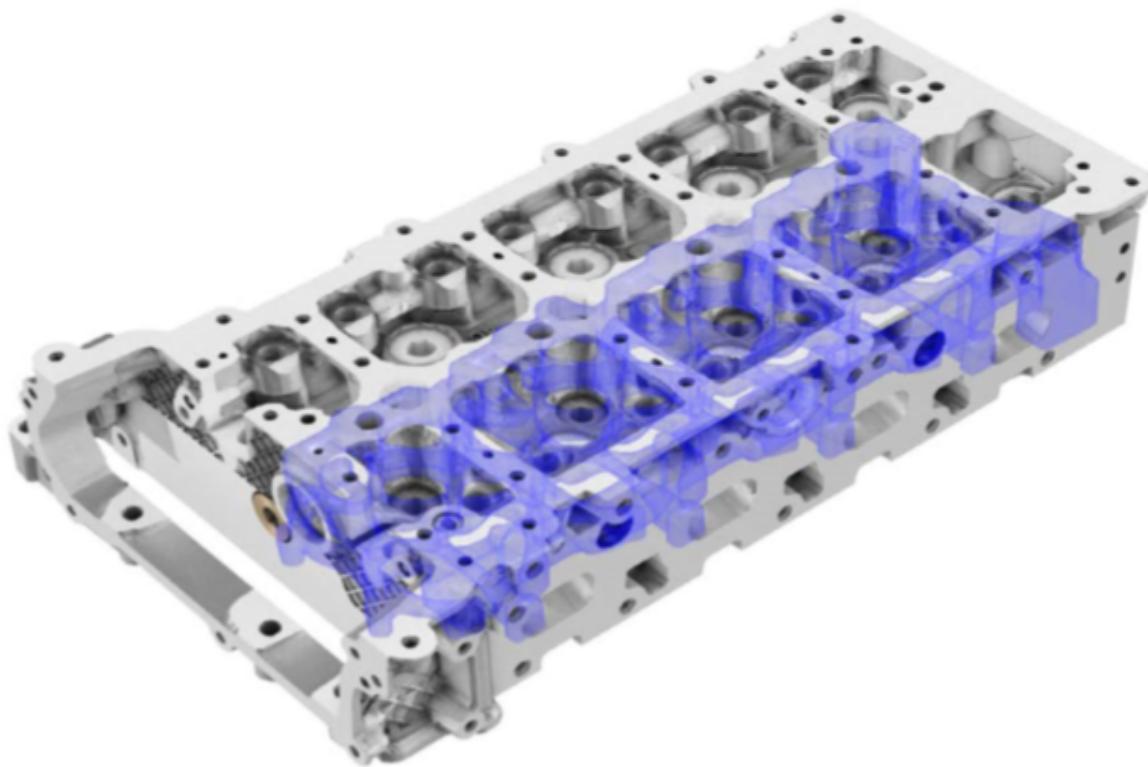
Entrainement par chaîne (vue arrière du moteur)

- | | |
|---|--|
| 1 Pompe à carburant haute pression | 7 Guide-tendeur |
| 2 Chaîne pompe à huile moteur | 8 Tendeur de chaîne hydraulique |
| 3 Glissière | 9 Pignon d'entraînement arbres à cames |
| 4 Pompe à huile tandem | 10 Pignons arbres à cames |
| 5 Chaîne de distribution arbres à cames | 11 Carter de palier d'arbre à cames |
| 6 Pignon d'entraînement vilebrequin | |

a. Culasse

La culasse est réalisée en alliage aluminium-silicium et est dotée d'une double chemise humide. On obtient ainsi un meilleur refroidissement combiné à une plus grande rigidité des composants. Cela améliore le comportement thermodynamique ainsi que le rendement du moteur. Par le biais d'orifices de passage adaptés dans le joint de culasse entre les chemises humides supérieure et inférieure, l'écoulement et l'équipartition à l'intérieur de la culasse sont optimisés en fonction de la température.

Les canaux côté admission bénéficient d'une conception optimisée au niveau de la turbulence et du débit. Chaque cylindre dispose d'un canal tangentiel et d'un canal spiral enclenchable par le système EKAS.

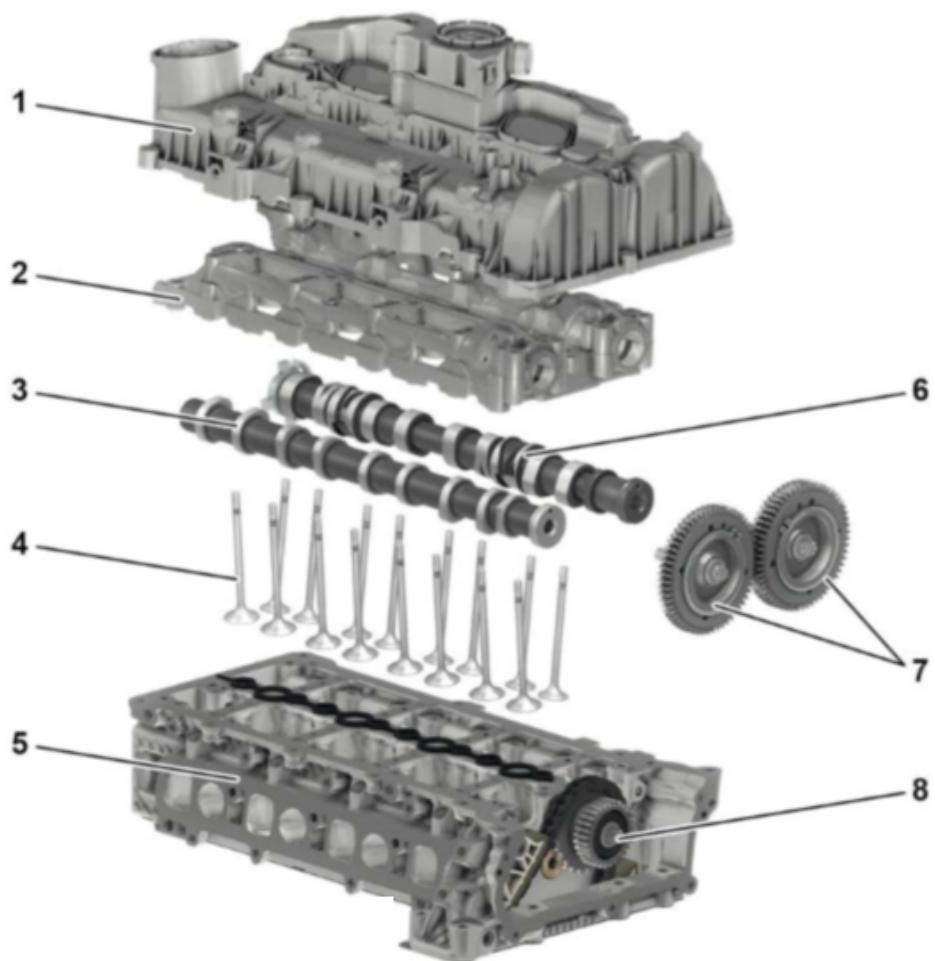


P01.30-24F1-00

Culasse a chemise humide

b. Culasse et distribution

Deux arbres à cames en tête actionnent deux soupapes d'admission et deux soupapes d'échappement par cylindre au moyen de culbuteurs à rouleau. Les arbres à cames sont articulés dans un carter de paliers distinct. Les soupapes sont disposées en parallèle, ce qui permet d'atteindre un optimum en termes de section et de solidité de la plaque de combustion.

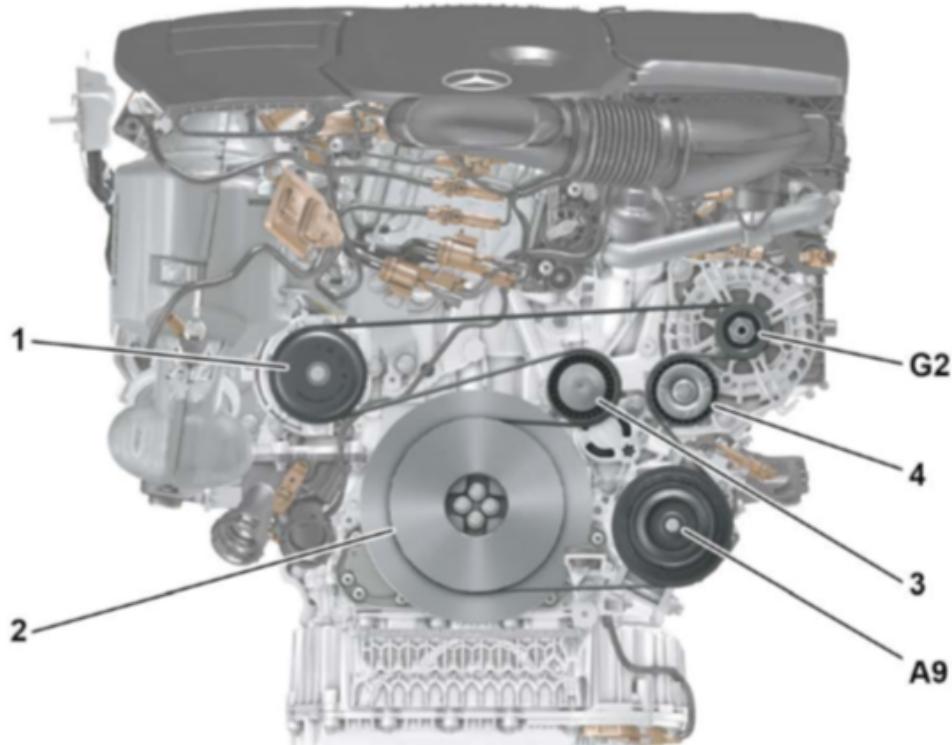


- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Couvre-culasse | 5 Culasse |
| 2 Carter de palier d'arbre à cames | 6 Arbre à cames d'échappement |
| 3 Arbre à cames d'admission | 7 Pignons arbres à cames |
| 4 Soupape | 8 Pignon d'entraînement arbres à cames |

5. Entraînement par courroie

La pompe à liquide de refroidissement, l'alternateur et le compresseur frigorifique sont entraînés par la poulie de vilebrequin via l'entraînement par courroie.

L'entraînement est assuré par une courroie trapézoïdale à nervures, qui est tendue au moyen d'un tendeur de courroie automatique.



P05.10-2544-00

Entrainement par courroie

1	<i>Pompe à liquide de refroidissement</i>	4	<i>Galet de renvoi</i>
2	<i>Poulie de vilebrequin</i>	A9	<i>Compresseur frigorifique</i>
3	<i>Tendeur de courroie</i>	G2	<i>Alternateur</i>

6. Préchauffage

a. Système de préchauffage

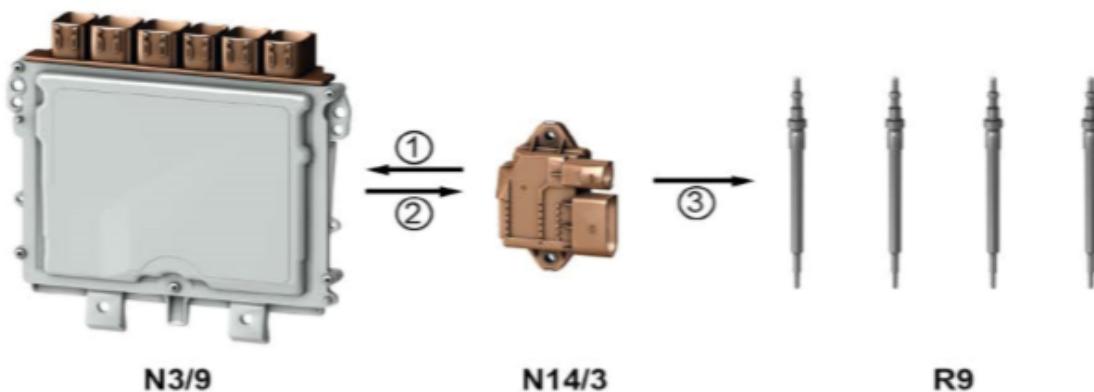
Les bougies de préchauffage disposées radialement sont commandées par le calculateur CDI via un étage final de préchauffage, en fonction d'un signal par impulsions modulées en largeur. Le temps de démarrage à froid est de ce fait réduit et le fonctionnement du moteur à froid stabilisé.

b. Étage final de préchauffage

L'étage final de préchauffage communique avec le calculateur CDI via le LIN transmission. Le LIN transmission permet de communiquer les données de diagnostic entre l'étage final de préchauffage et le calculateur CDI ainsi que la commande nécessaire.

c. Bougies de préchauffage

Les bougies de préchauffage sont pilotées directement par l'étage final de préchauffage. Selon le pilotage, les bougies de préchauffage peuvent atteindre une température de plus de 1000 °C.



P15.20-2268-00

Représentation schématique du système de préchauffage

- | | | | |
|---|---|--------------|------------------------------------|
| 1 | <i>Étage final de préchauffage diagnostic</i> | <i>N3/9</i> | <i>Calculateur CDI</i> |
| 2 | <i>Étage final de préchauffage commande</i> | <i>N14/3</i> | <i>Étage final de préchauffage</i> |
| 3 | <i>Bougies de préchauffage commande</i> | <i>R9</i> | <i>Bougies de préchauffage</i> |

7.Système d'admission d'air

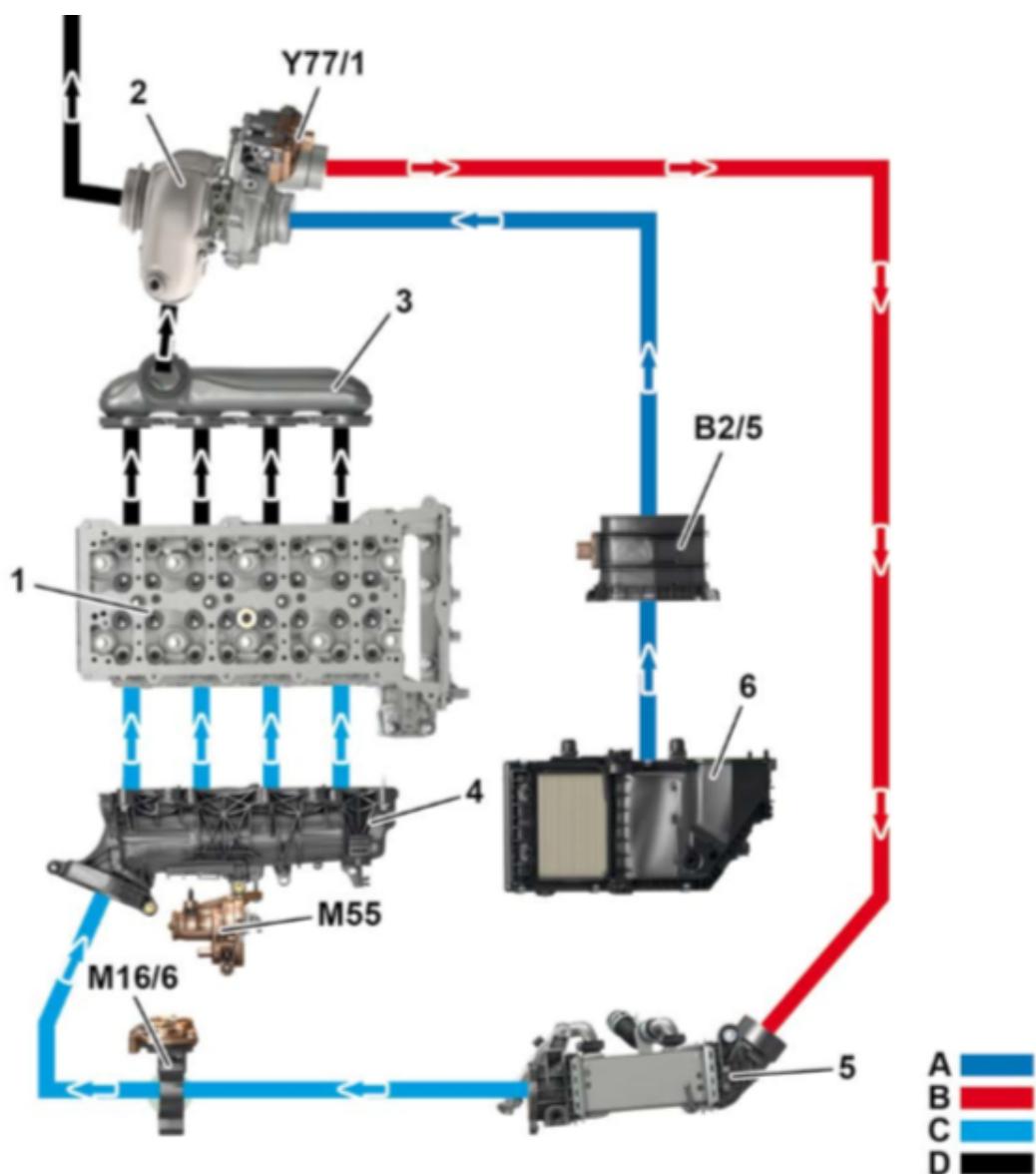
Le système d'admission d'air alimente le moteur en air frais filtré. La masse d'air aspirée est mesurée par le débitmètre d'air massique à film chaud et ensuite comprimée par le turbocompresseur.

L'air chauffé par la compression est de nouveau refroidi à travers le refroidisseur d'air de suralimentation et envoyé via l'actionneur de papillon des gaz au tube de répartition d'air de suralimentation en fonction des besoins.

Du tube de répartition d'air de suralimentation, l'air d'admission refroidi et comprimé arrive dans les diverses chambres de combustion du moteur.

Pour améliorer la formation du mélange, le servomoteur de coupure du canal d'admission peut ouvrir ou fermer les canaux d'arrivée d'air intégrés dans le tube de répartition d'air de suralimentation.

La combustion devient plus efficiente sous l'effet de la modification de la vitesse d'écoulement et de l'amélioration du tourbillonnement.



P09.41-2854-00

7.1 Suralimentation – Généralités

Du fait de la suralimentation, le taux de remplissage des cylindres est amélioré, ce qui a pour conséquence d'augmenter le couple moteur et la puissance du moteur.

7.2 Régulation de la pression de suralimentation

La régulation de la pression de suralimentation est réalisée par voie électronique via un variateur de pression de suralimentation. Ce servomoteur commande directement les aubes directrices du turbocompresseur via une tige de liaison. Les aubes directrices sont déplacées en continu en fonction de la commande cartographique modulée en largeur d'impulsion.

Le calculateur CDI analyse à cet effet les signaux suivants :

- Capteur de température du liquide de refroidissement
- Capteur de pression des gaz d'échappement
- Débitmètre massique d'air à film chaud
- Capteur Hall de vilebrequin
- Capteur de pression atmosphérique (intégré dans le calculateur CDI)

Pour protéger le turbocompresseur, la température et la pression des gaz d'échappement sont surveillées en permanence. S'il existe un risque de surcharge thermique ou mécanique, la pression de suralimentation est réduite par le calculateur CDI.

7.3.Turbocompresseur

Le turbocompresseur utilisé est doté d'une turbine à géométrie variable. Cette structure compacte génère de faibles pertes de chaleur et d'écoulement, ce qui procure un degré de suralimentation important.

Le turbocompresseur est constitué essentiellement de trois ensembles :

- Turbine
- Compresseur
- Logement de palier

Dans le compresseur, l'air filtré est aspiré et accéléré par la rotation de la roue de compresseur. La vitesse de l'air est ralentie dans la spirale du carter de compresseur, ce qui accroît la pression. L'entraînement est assuré par l'arbre du compresseur, sur lequel sont montées la roue de compresseur et la roue de turbine. La roue de turbine est entraînée par les gaz d'échappement qui entrent dans le carter de turbine.

Ces gaz d'échappement sont alors détendus d'un niveau de pression élevé à un niveau de pression plus faible.

L'énergie convertie, à savoir la puissance d'entraînement de la turbine et donc la puissance du compresseur, peut être régulée via les aubes directrices réglables.

Pour augmenter la pression de suralimentation, les aubes directrices sont fermées, ce qui veut dire que la section de passage entre les aubes directrices est réduite. La pression augmente alors en amont de la roue de turbine et une plus grande énergie des gaz d'échappement est mise en œuvre. La fermeture des aubes directrices réduit la section d'écoulement en amont de la roue de turbine et provoque l'accumulation du flux des gaz d'échappement.

Cela a pour effet de générer une augmentation de la pression des gaz d'échappement devant la roue de turbine.

La vitesse d'entrée supérieure des gaz d'échappement dans la roue de turbine ainsi générée se traduit par une augmentation du couple d'entraînement combinée à une plus grande puissance du compresseur. La pression de suralimentation et le débit d'air massique augmentent dans le moteur.

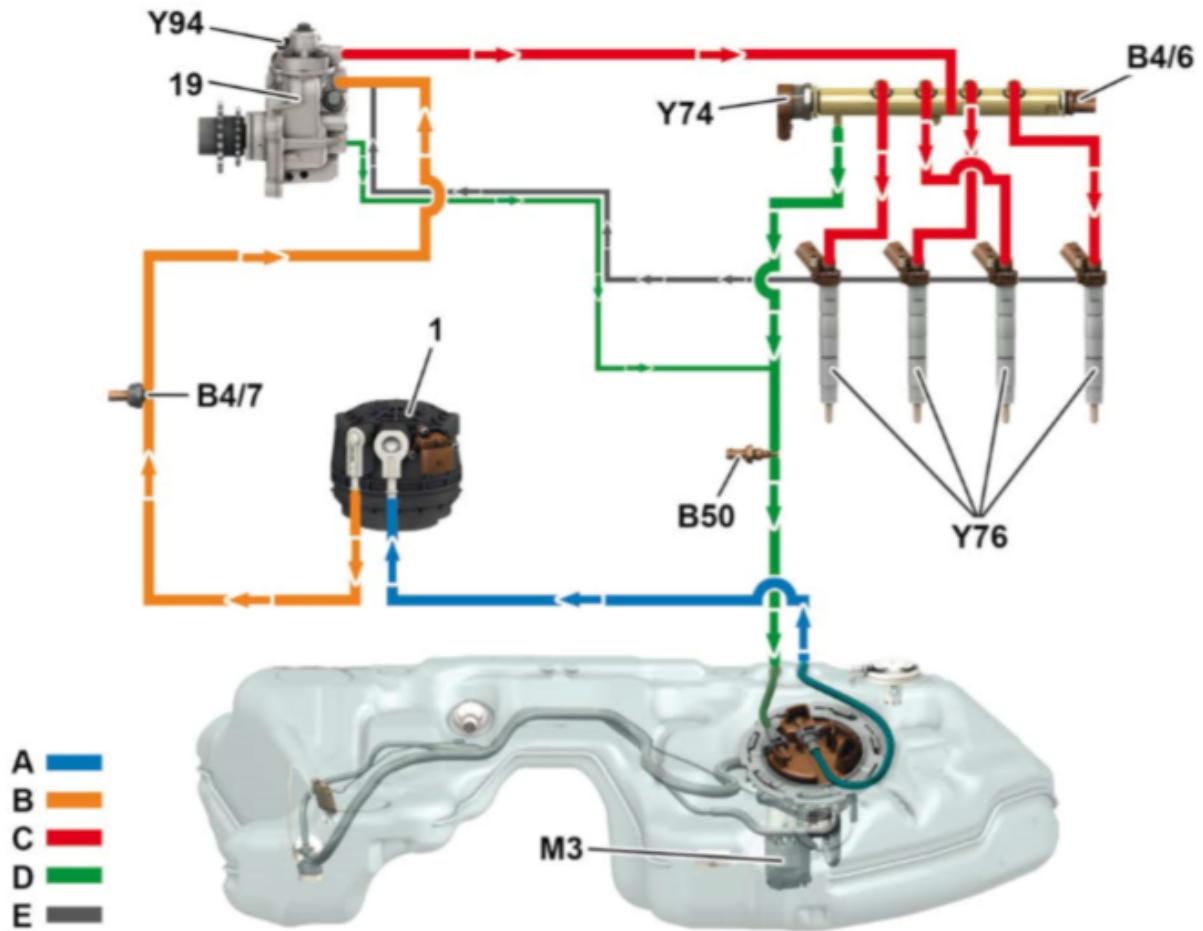
Pour obtenir l'abaissement souhaité de la pression de suralimentation, les aubes directrices s'ouvrent en grand, ce qui réduit l'effet de pression dynamique et donc la vitesse d'entrée.

Le couple d'entraînement de la roue de turbine baisse, de même que la puissance du compresseur.



Turbocompresseur avec turbine à géométrie variable VTG

8. Alimentation en carburant



Dans toutes les conditions de service, l'alimentation en carburant met à disposition du carburant filtré et au besoin chauffé, en provenance du réservoir de carburant.

La quantité et la pression de carburant sont régulées en continu, via une cartographie, par le calculateur pompe à carburant.

Une alimentation optimale de la pompe à carburant haute pression est donc garantie dans chaque état de fonctionnement.



P47.10-2821-00

Réservoir de carburant

I Unité module de filtre à carburant

M3 Pompe à carburant

8.1 Circuit de carburant basse pression

Le système de carburant basse pression est constitué des composants suivants :

- Réservoir de carburant
- Pompe à carburant
- Conduites de carburant
- Filtre à carburant avec élément chauffant et séparateur d'eau
- Capteur de température de carburant
- Capteur de pression de carburant

a. Système d'alimentation en carburant basse pression

Une pompe à carburant est mise en œuvre dans le circuit de carburant basse pression. La pompe à carburant assure une alimentation optimale de la pompe à carburant haute pression pour un faible besoin en énergie. Le débit volumique réduit diminue la charge du filtre et accroît ainsi la tenue du filtre à carburant.

b. Alimentation en carburant

La pompe à carburant aspire le carburant du pot de stabilisation à travers un filtre et le refoule à travers le filtre à carburant en direction de la pompe à carburant haute pression. La quantité instantanée nécessaire est calculée par le calculateur CDI et communiquée au calculateur pompe à carburant. Le calculateur pompe à carburant régule en conséquence le régime et donc aussi le débit de la pompe à carburant.

8.2 Système de carburant haute pression – Généralités

Le système de carburant haute pression est constitué des composants suivants :

- Pompe à carburant haute pression
- Rampe d'injection
- Conduites haute pression
- Capteur de pression de carburant haute pression
- Injecteurs de carburant
- Régulateur de débit
- Régulateur de pression

Le carburant refoulé par la pompe à carburant est comprimé par la pompe à carburant haute pression. La quantité de carburant est régulée en fonction des besoins par le régulateur de débit. Le carburant arrive aux divers injecteurs de carburant via la rampe d'injection et les conduites haute pression.

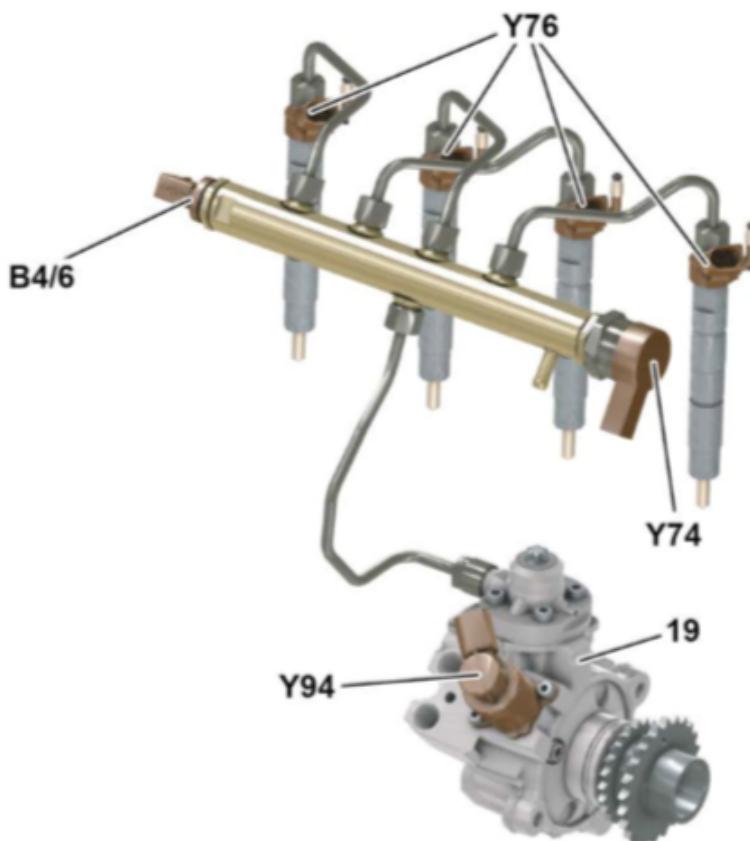
Le carburant est pulvérisé finement dans la chambre de combustion.

Le calculateur CDI calcule en fonction de la cartographie le débit d'injection cylindre par cylindre pour l'état de fonctionnement correspondant.

Le débit d'injection dépend de la durée de commande et de la pression instantanée du carburant dans la rampe d'injection.

La pression de carburant dans la rampe d'injection est régulée par le régulateur de pression sur la base du capteur de pression de carburant haute pression, à environ 2050 bar.

Cette régulation est assurée en permanence par le calculateur CDI.



P07.164190-00

Système de carburant haute pression

19	Pompe à carburant haute pression	Y76	Injecteurs de carburant
B4/6	Capteur de pression de carburant haute pression	Y94	Régulateur de débit
Y74	Régulateur de pression		

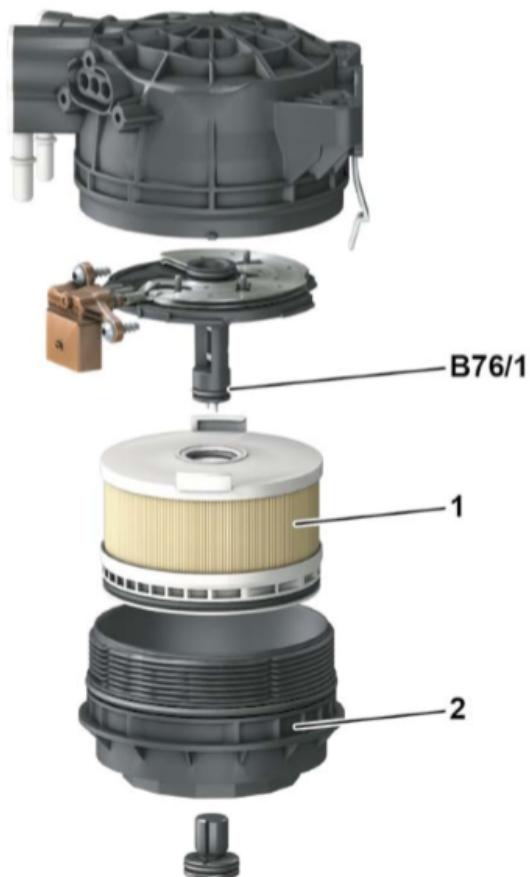
8.3 Préchauffage du carburant – Généralités

Pour garantir la fluidité du carburant aux basses températures extérieures, un chauffage électrique est monté dans le filtre à carburant. Le chauffage est piloté par l'étage final de préchauffage en fonction d'une cartographie.

Le filtre à carburant dispose par ailleurs d'un séparateur d'eau multi étagé avec capteur d'eau de condensation.

Le filtre à carburant est disposé directement sur le réservoir de carburant.

Coupure de sécurité du carburant Une coupure de sécurité de l'alimentation en carburant est réalisée de façon à garantir la sécurité routière et la sécurité des occupants. La coupure de sécurité du carburant est immédiatement activée en l'absence du signal de régime moteur ou en présence d'un signal d'accident.



F47 20-2550-00

Unité filtre à carburant

- | | | | |
|---|-----------------------------------|-------|--|
| 1 | <i>Élément filtre à carburant</i> | B76/1 | <i>Capteur d'eau de condensation filtre à carburant avec élément chauffant</i> |
| 2 | <i>Couvercle</i> | | |

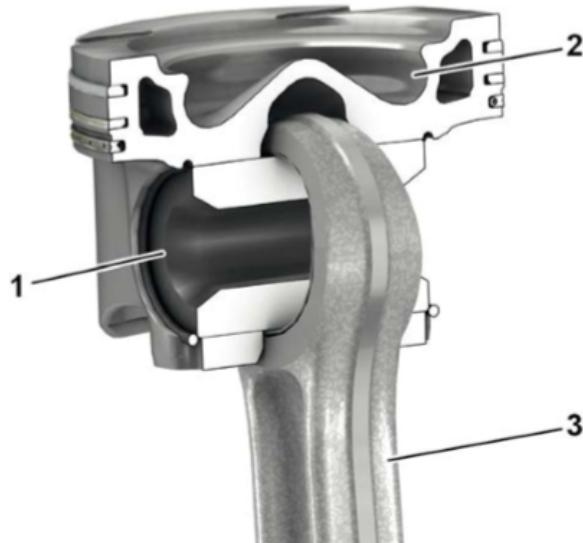
9. Chambre de combustion

9.1 Conception de la chambre de combustion – Généralités

La chambre de combustion est conçue pour obtenir des émissions de gaz d'échappement minimales et une exploitation maximale de l'air.

Dans ce but, des pistons en acier dotés de cavités étagées sont utilisées. Cette forme de cavité permet une plus grande vitesse de combustion et en conséquence un meilleur rendement de la combustion.

La dilution de l'huile par le mouillage de carburant sur la paroi du cylindre est également réduite par le "rideau d'air frais" qui se forme sur la surface du cylindre.



P03.10-2172-00

Vue en coupe du piston

- | | |
|--------------------|----------|
| 1 Axe du piston | 3 Bielle |
| 2 Cavité du piston | |

10.Régulation d'injection

Régulation d'injection Le moteur OM654 a recours à la gestion moteur électronique MRD1. La gestion moteur calcule la durée d'injection et la pression de carburant sur la base des capteurs et signaux suivants :

- Débitmètre massique d'air à film chaud
- Capteur de température d'air d'admission
- Capteur de pression de carburant haute pression
- Capteur de température d'huile moteur
- Capteur de pression de suralimentation
- Capteur Hall arbre à cames
- Capteur de température du liquide de refroidissement
- Capteur de température d'air de suralimentation
- Capteur de température avant filtre à particules diesel
- Capteur de température avant turbocompresseur
- Capteur de pression différentielle du filtre à particules diesel
- Capteur de pression après filtre à air
- Capteur de pédale d'accélérateur
- Capteur de température de carburant
- Capteur Hall de vilebrequin

La régulation d'injection présente les sous-fonctions suivantes:

a. Préinjection

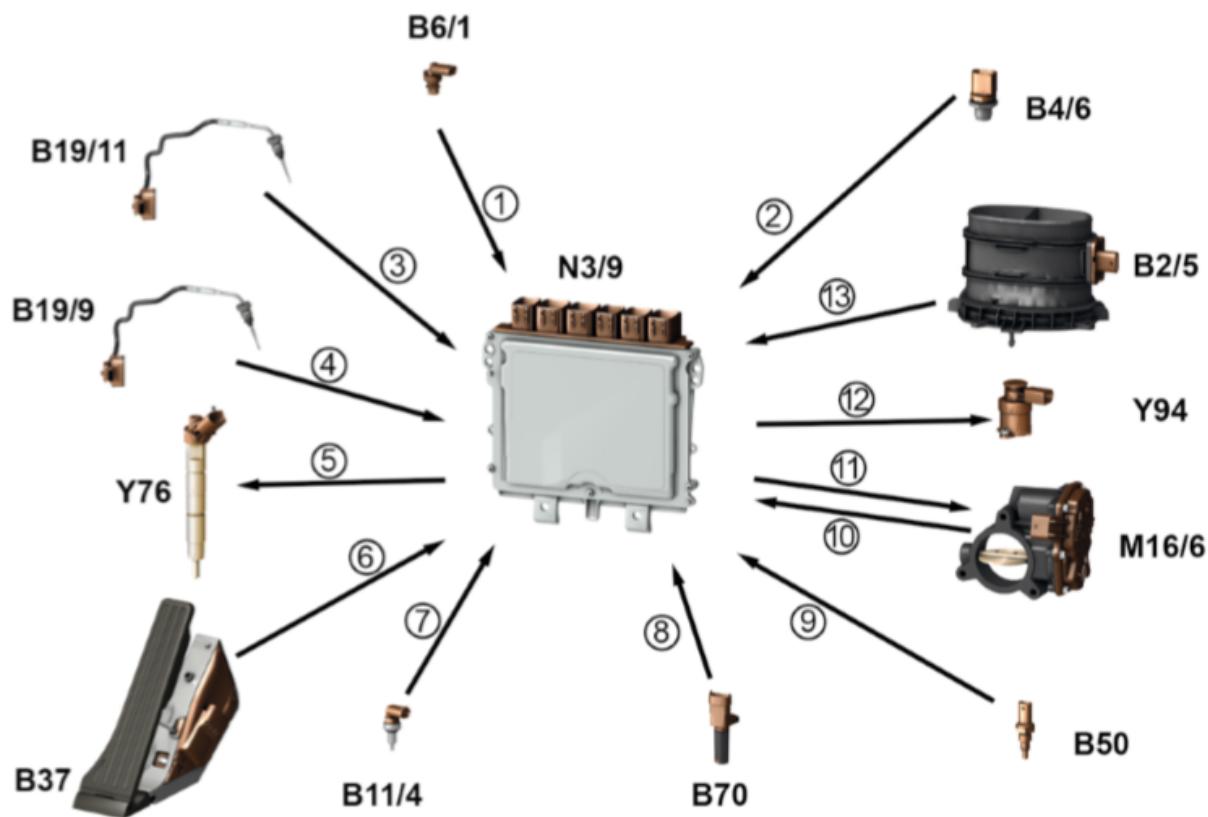
L'objectif de la Préinjection est de réduire les bruits de combustion et les émissions de gaz d'échappement. Pour cela, du carburant est injecté jusqu'à 2 fois avant l'injection principale proprement dite. La combustion est alors plus souple.

b. Injection principale

L'injection principale sert à générer la puissance et le couple et est pilotée par le biais de la durée d'injection et du point d'injection.

c. Post-injection

La post-injection sert à augmenter la température des gaz d'échappement et en conséquence à assister la régénération du filtre à particules diesel et le processus de conversion des composants des gaz d'échappement dans le catalyseur à oxydation.



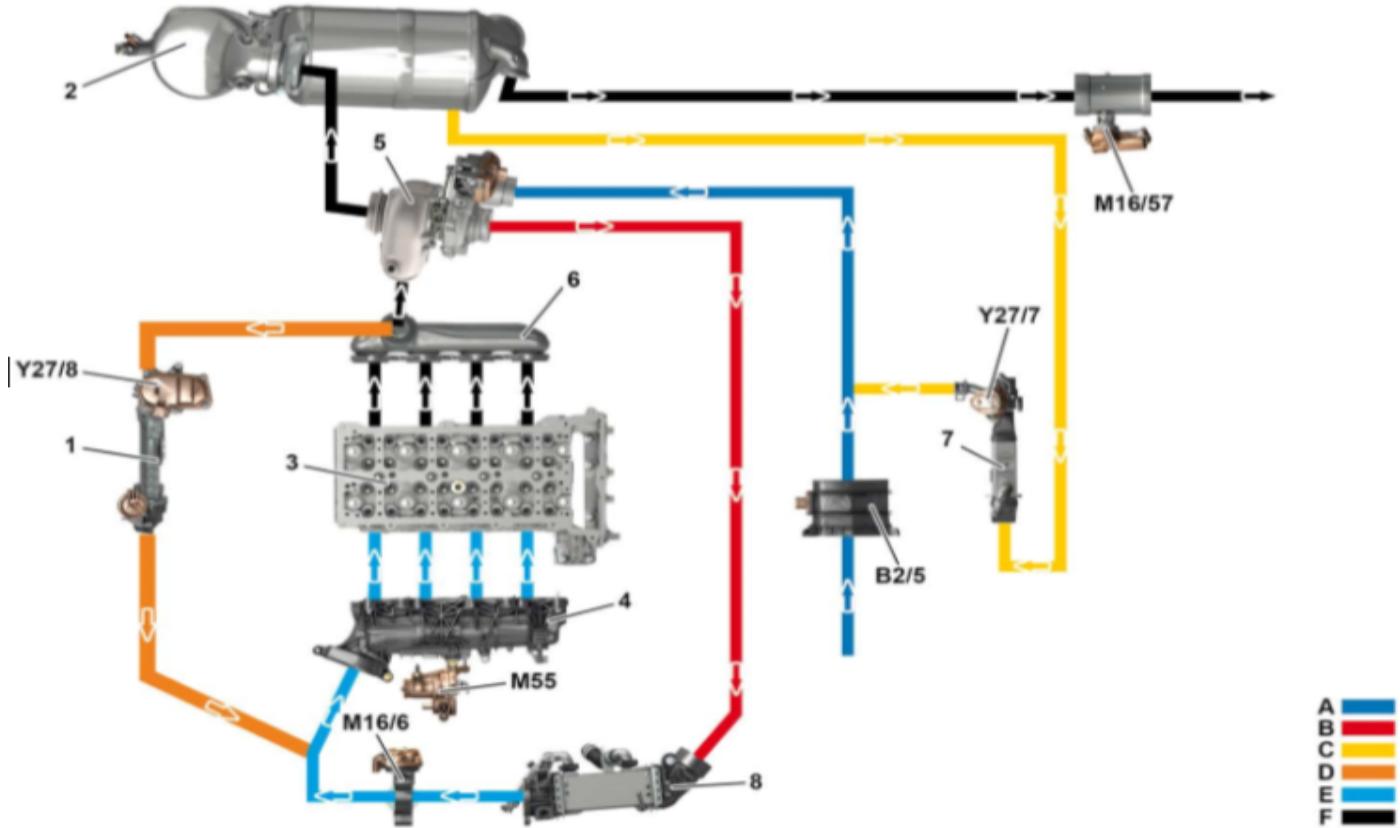
P07.16-4193-00

Schéma fonctionnel de la régulation d'injection

B2/5	Débitmètre d'air massique à film d'air
B4/6	Capteur de pression de carburant haute pression
B6/1	Capteur Hall arbre à cames
B11/4	Capteur de température du liquide de refroidissement
B19/9	Capteur de température avant filtre à particules diesel
B19/11	Capteur de température avant turbocompresseur

- 1 Capteur Hall arbre à cames signal
- 2 Capteur de pression de carburant haute pression signal
- 3 Capteur de avant turbocompresseur, signal
- 4 Capteur de température avant filtre à particules diesel, signal
- 5 Injecteurs de carburant, commande
- 6 Capteur de pédale d'accélérateur, signal

11. Recyclage des gaz d'échappement



Représentation schématique du recyclage des gaz d'échappement

- 1 Refroidisseur de recyclage des gaz d'échappement haute pression
- 2 Unité catalyseur à oxydation diesel
- 3 OM654
- 4 Tube de répartition d'air de suralimentation
- 5 Turbocompresseur
- 6 Collecteur d'échappement
- 7 Refroidisseur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 8 Refroidisseur d'air de suralimentation
- B2/5 Débitmètre d'air massique à film chaud
- M16/6 Actionneur de papillon des gaz
- M16/57 Actionneur de volet de gaz d'échappement
- M55 Servomoteur coupure du canal d'admission
- Y27/7 Actionneur de recyclage des gaz basse pression
- Y27/8 Actionneur de recyclage des gaz haute pression
- A Air d'admission
- B Air de suralimentation (non refroidi)
- C Recyclage des gaz d'échappement basse pression
- D Recyclage des gaz d'échappement haute pression

E Air de suralimentation (refroidi)

F Gaz d'échappement

11.1 Recyclage des gaz d'échappement – Généralités

Le recyclage des gaz d'échappement passe par un système multi étagé. Ce système agit dans une plage cartographique très large, allant du ralenti à la charge partielle supérieure.

La combinaison des actions de l'actionneur de recyclage des gaz basse pression et de l'actionneur de recyclage des gaz haute pression permet un taux élevé de recyclage des gaz, sans que le rendement soit réduit. Pour améliorer le remplissage des cylindres, les gaz d'échappement sont refroidis avant d'être mélangés à l'air d'admission.

11.2 Le taux de recyclage dépend de diverses variables :

- Charge et régime du moteur
- Température de l'air d'admission et de l'air de suralimentation
- Température des gaz d'échappement
- Pression des gaz d'échappement

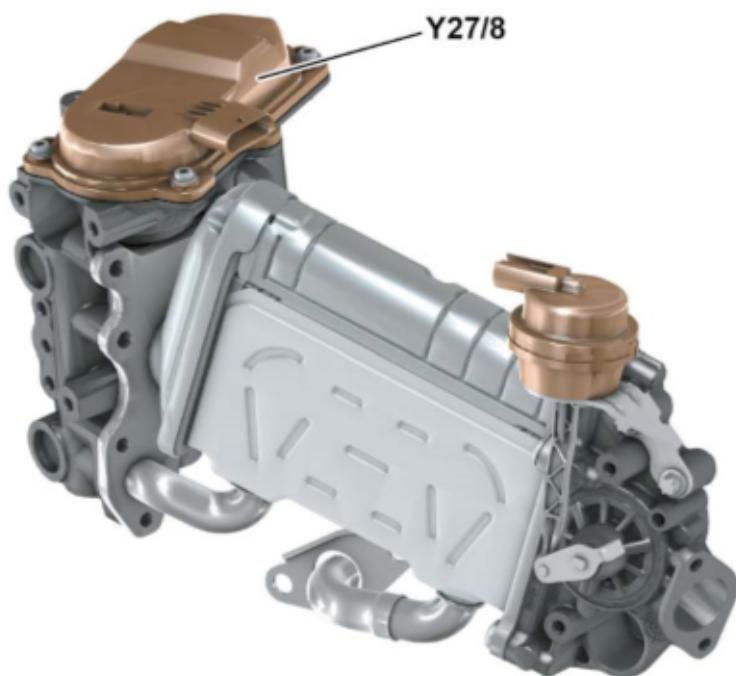
Le recyclage des gaz d'échappement abaisse la teneur en oxyde d'azote (NOx) dans les gaz d'échappement par la réduction de la concentration d'oxygène dans la chambre de combustion. L'abaissement de la température de combustion par la capacité calorifique des gaz d'échappement recyclés plus forte comparativement à l'air d'admission favorise par ailleurs ce processus.

11.3 Circuit de recyclage des gaz d'échappement haute pression

Les gaz d'échappement sont prélevés directement du collecteur d'échappement, refroidis et envoyés dans l'air d'admission. Après l'analyse des signaux d'entrée, le calculateur CDI pilote l'actionneur de recyclage des gaz d'échappement haute pression en fonction d'une cartographie. Le taux de recyclage des gaz est régulé par le pilotage variable.

a. Actionneur de recyclage des gaz haute pression

L'actionneur de recyclage des gaz haute pression est une vanne à clapet qui peut être ouverte par un servomoteur électrique en fonction des besoins. Un capteur Hall détermine la position de la vanne à clapet et la transmet au calculateur CDI sous la forme d'un signal SENT. L'actionneur de recyclage des gaz haute pression permet un recyclage direct des gaz du collecteur d'échappement vers le tube de répartition d'air de suralimentation du moteur. Sur ce circuit, les gaz d'échappement sont refroidis par un échangeur thermique intégré dans le circuit de liquide de refroidissement.



P14.20-2292-20

Vue partielle du recyclage des gaz d'échappement haute pression

Y27/8 Actionneur de recyclage des gaz haute pression

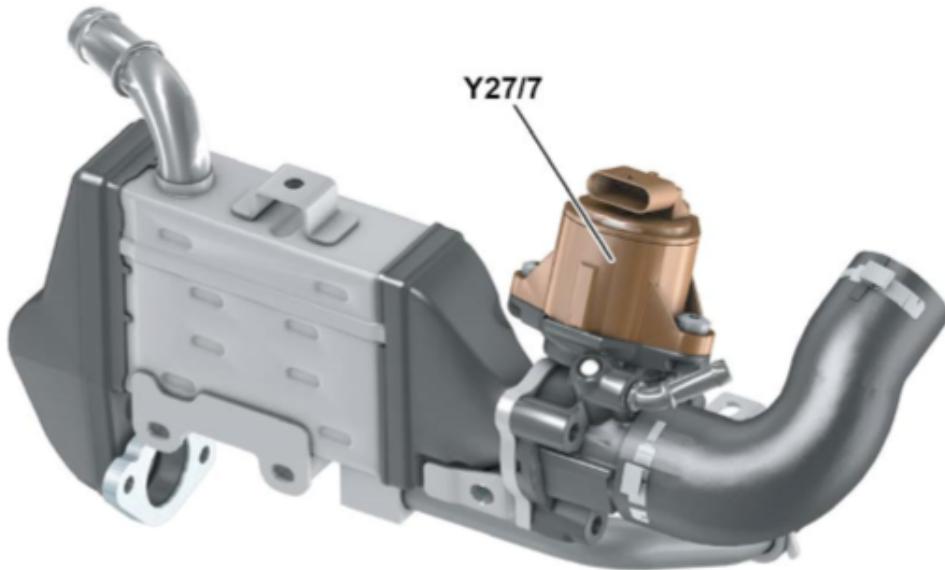
11.4 Circuit de recyclage des gaz d'échappement basse pression

Le recyclage des gaz d'échappement basse pression est actif uniquement à partir d'une température du liquide de refroidissement de 60 °C et dans une plage allant du ralenti à la charge partielle médiane. Après l'analyse des signaux d'entrée, le calculateur CDI pilote l'actionneur de recyclage des gaz haute pression en fonction d'une cartographie.

Lorsque les taux de recyclage des gaz sont supérieurs et la vanne complètement ouverte, l'actionneur du volet des gaz d'échappement se ferme en plus. Les gaz d'échappement sont prélevés directement du système d'échappement, après le catalyseur SCR, refroidis par un échangeur thermique intégré au système de refroidissement et envoyé au système d'admission d'air en aval du débitmètre d'air massique à film chaud. Le recyclage des gaz d'échappement basse pression ne peut fonctionner correctement qu'en étant associé à l'actionneur du volet des gaz d'échappement.

a. Actionneur de recyclage des gaz basse pression :

L'actionneur de recyclage des gaz basse pression est une vanne à clapet qui peut être ouverte par un servomoteur électrique en fonction des besoins. Un capteur Hall détermine la position de la vanne à clapet et la transmet au calculateur CDI sous la forme d'un signal SENT. L'actionneur de recyclage des gaz basse pression permet un recyclage direct des gaz à partir du système d'échappement en aval du catalyseur SCR jusqu'au tube de formation du mélange en amont du turbocompresseur du moteur.



P14.20-2292-00

Vue partielle du recyclage des gaz d'échappement basse pression

Y27/7 Actionneur de recyclage des gaz basse pression

11.5 Dépollution des gaz d'échappement

a. Système SCR (AdBlue®)

SCR veut dire réduction catalytique sélective. Le moteur OM654 bénéficie du système de dépollution des gaz d'échappement/système SCR de troisième génération. Avec le système SCR, une solution d'urée aqueuse est injectée directement en amont du catalyseur SCR dans le système d'échappement. La réaction chimique ainsi provoquée (thermolyse et hydrolyse) réduit les oxydes d'azote dans les gaz d'échappement.

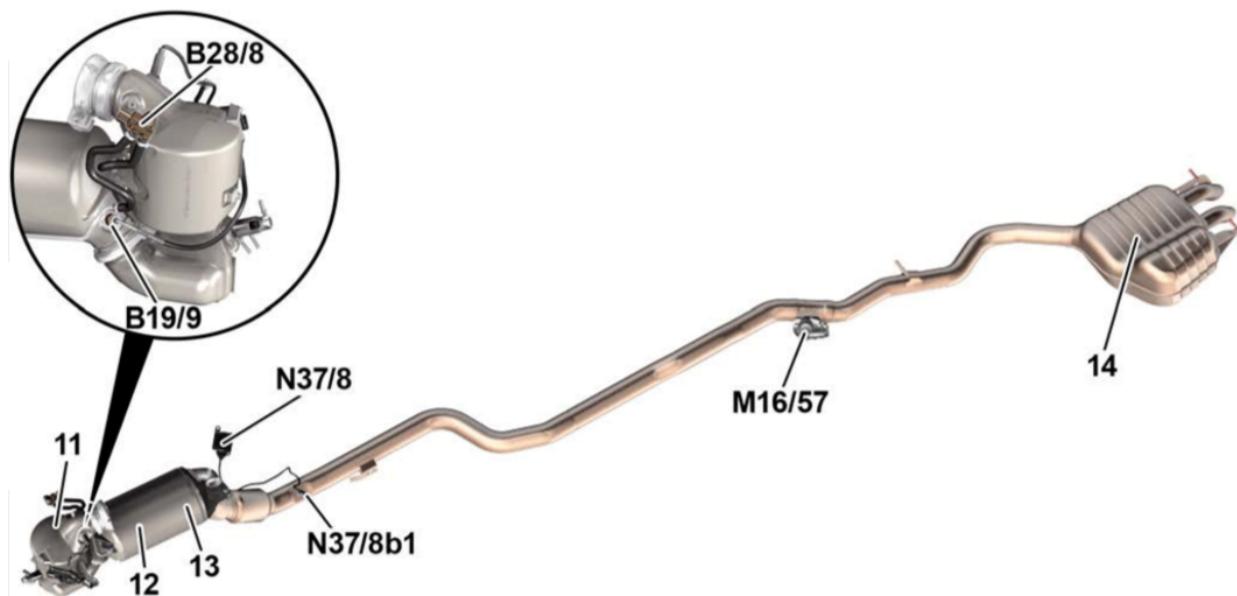
Le système SCR comprend les composants suivants :

- Vanne de dosage d'AdBlue®
- Calculateur AdBlue®
- Élément chauffant de la conduite de pression d'AdBlue®
- Module d'alimentation d'AdBlue®
- Module de réservoir d'AdBlue®
- Réservoir d'AdBlue®
- Tubulure de remplissage d'AdBlue®
- Capteur de température du réservoir d'AdBlue®
- Capteur de niveau et de qualité AdBlue®
- Élément chauffant du réservoir d'AdBlue®
- Pompe de refoulement d'AdBlue®
- Calculateur capteur NOx avant catalyseur à oxydation diesel
- Capteur NOx avant catalyseur

12. Système d'échappement

Le moteur OM654 est doté d'un système d'échappement entièrement nouveau. Celui-ci comprend les éléments suivants :

- Catalyseur à oxydation diesel
- Unité filtre à particules diesel avec catalyseur SCR
- Silencieux arrière
- Actionneur de volet de gaz d'échappement
- Capteurs de NOx
- Capteurs de température
- Composants SCR à oxydation diesel
- Calculateur capteur NOx après catalyseur SCR
- Capteur NOx après catalyseur SCR
- Capteur de température avant catalyseur SCR
- Catalyseur SCR



P14.00-2165-00

Vue du système d'échappement

11	Catalyseur à oxydation	B28/8	Capteur de pression différentielle filtre à particules diesel
12	Filtre à particules diesel	M16/57	Actionneur de volet de gaz d'échappement
13	Catalyseur SCR	N37/8	Calculateur capteur NOx après catalyseur SCR
14	Silencieux arrière	N37/8b1	Capteur NOx après catalyseur SCR
B19/9 Capteur de température avant filtre à particules diesel			

12.1 Catalyseur à oxydation diesel

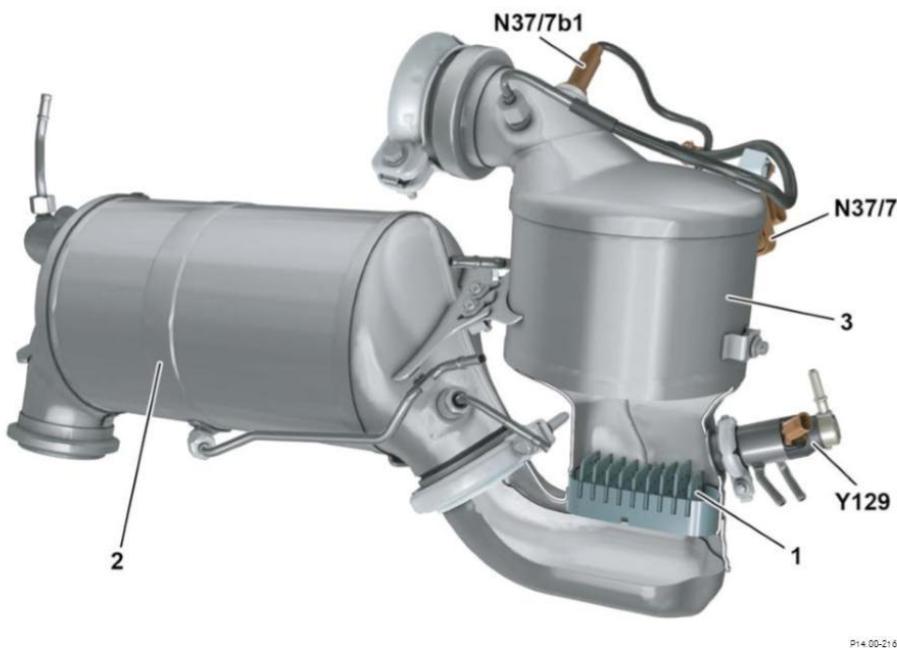
Le catalyseur à oxydation diesel présente des couches catalytiques améliorées qui génèrent une économie de CO₂ sur le circuit courte distance. La disposition près du moteur entraîne un échauffement rapide et en conséquence un fonctionnement efficient dans une plage de température plus faible du moteur.

12.2 Unité filtre à particules diesel avec catalyseur SCR

Pour la première fois, une unité compacte comprenant filtre à particules diesel et catalyseur SCR est mise en œuvre. Cet ensemble a pour conséquence un échauffement plus rapide, ce qui offre des avantages au niveau de la gestion de la température et de l'abaissement des émissions polluantes.

Le filtre à particules diesel a été amélioré et les diverses alvéoles ont reçu une enduction SCR. Il en résulte des avantages au niveau de la réduction NOx aux faibles températures des gaz d'échappement.

Cette nouveauté respecte aussi les conditions d'une réaction SCR juste après le démarrage du moteur ainsi qu'à faible charge. Une injection par la vanne de dosage d'AdBlue® peut avoir lieu.



P14.00-2165-00

Vue en coupe du système d'échappement

1 Plaque d'évaporation	N37/7	Calculateur capteur NOx avant catalyseur a oxydation diesel
2 Filtre a particule diesel/Catalyseur SCR	N37/7b1	Capteur NOx avant catalyseur a oxydation diesel
3 Catalyseur a oxydation diesel	Y129	Doseur d'AdBlue®

12.3 Calculateur AdBlue®

Le calculateur AdBlue® pilote les fonctions suivantes par cartographie :

- Refoulement d'AdBlue®
- Injection du produit de réduction (débit et durée d'injection)
- Antigel et retour du produit de réduction
- Communication avec le calculateur CDI par le CAN capteur d'entraînement

12.4 Module d'alimentation d'AdBlue®

Le module d'alimentation d'AdBlue® a les tâches partielles suivantes :

- Génération de la pression
- Détection de la pression
- Inversion de l'écoulement

Plusieurs composants sont intégrés dans le module d'alimentation :

- Pompe de refoulement d'AdBlue®
- Élément chauffant d'AdBlue®
- Capteur de niveau et de qualité AdBlue®

Pour générer la pression, le calculateur AdBlue® pilote en fonction d'une cartographie la pompe de refoulement d'AdBlue® intégrée au module d'alimentation d'AdBlue® à partir d'un signal modulé en largeur d'impulsion.

La courbe de courant du signal par impulsions modulées en largeur permet au calculateur AdBlue® de déterminer la pression du système générée par la pompe de refoulement d'AdBlue®.

À la coupure de la borne 15, la temporisation du calculateur AdBlue® démarre. Pendant la temporisation du calculateur, le produit de réduction AdBlue® restant est aspiré par la pompe d'alimentation d'AdBlue®.

Dans ce but, la pompe d'alimentation d'AdBlue® est pilotée par le calculateur AdBlue®. L'inversion du pilotage entraîne la 'ré aspiration' du produit de réduction de la conduite de pression et de la vanne de dosage d'AdBlue®.

Dans le même temps, la vanne de dosage d'AdBlue® s'ouvre de façon à ne générer aucun vide. La durée de la 'ré aspiration' est comprise entre 8 et 10 secondes, selon l'application du véhicule.

L'élément chauffant du réservoir d'AdBlue® permet de garantir que le produit de réduction liquide sera aspiré du réservoir d'AdBlue® même aux basses températures.

En plus de cela, la conduite de pression d'AdBlue® est chauffée selon une cartographie. Le retour du produit de réduction restant empêche la conduite de pression d'AdBlue® et le module d'alimentation d'AdBlue® de geler à environ -10 °C et donc d'être endommagés.



P14.40-2579-00

Module d'alimentation d'AdBlue®

1 Connexion électrique

2 Raccord conduite d'AdBlue®

12.5 Calculateurs capteurs NOx

Les capteurs NOx situés avant le catalyseur à oxydation diesel et après l'unité filtre à particules diesel/catalyseur SCR mesurent la concentration de NOx et d'O₂ dans les gaz d'échappement.

Ces informations sont transmises aux calculateurs sous la forme de signaux de tension.

La communication entre les calculateurs NOx et le calculateur CDI passe par le CAN capteur d'entraînement.



Calculateur capteur NOx

N37/7 *Calculateur capteur NOx avant catalyseur a oxydation* N37/7b1 *Capteur NOx avant catalyseur a oxydation diesel*

12.6 Vanne de dosage d'AdBlue®

La vanne de dosage d'AdBlue® injecte le produit de réduction dans la ligne d'échappement en amont du catalyseur SCR. Comme la vanne de dosage d'AdBlue® ne résiste pas à la pression du gel, le produit de réduction doit être aspiré de la vanne de dosage d'AdBlue® après l'arrêt du moteur.

Aux températures extérieures négatives et lorsque la ligne d'échappement est froide, la vanne de dosage d'AdBlue® est chauffée électriquement pour empêcher le gel de la vanne.

Cette fonction est assurée par la mise sous tension de la bobine à l'intérieur de la vanne de dosage d'AdBlue®, au cours de laquelle le pointeau de la vanne ne s'ouvre pas.

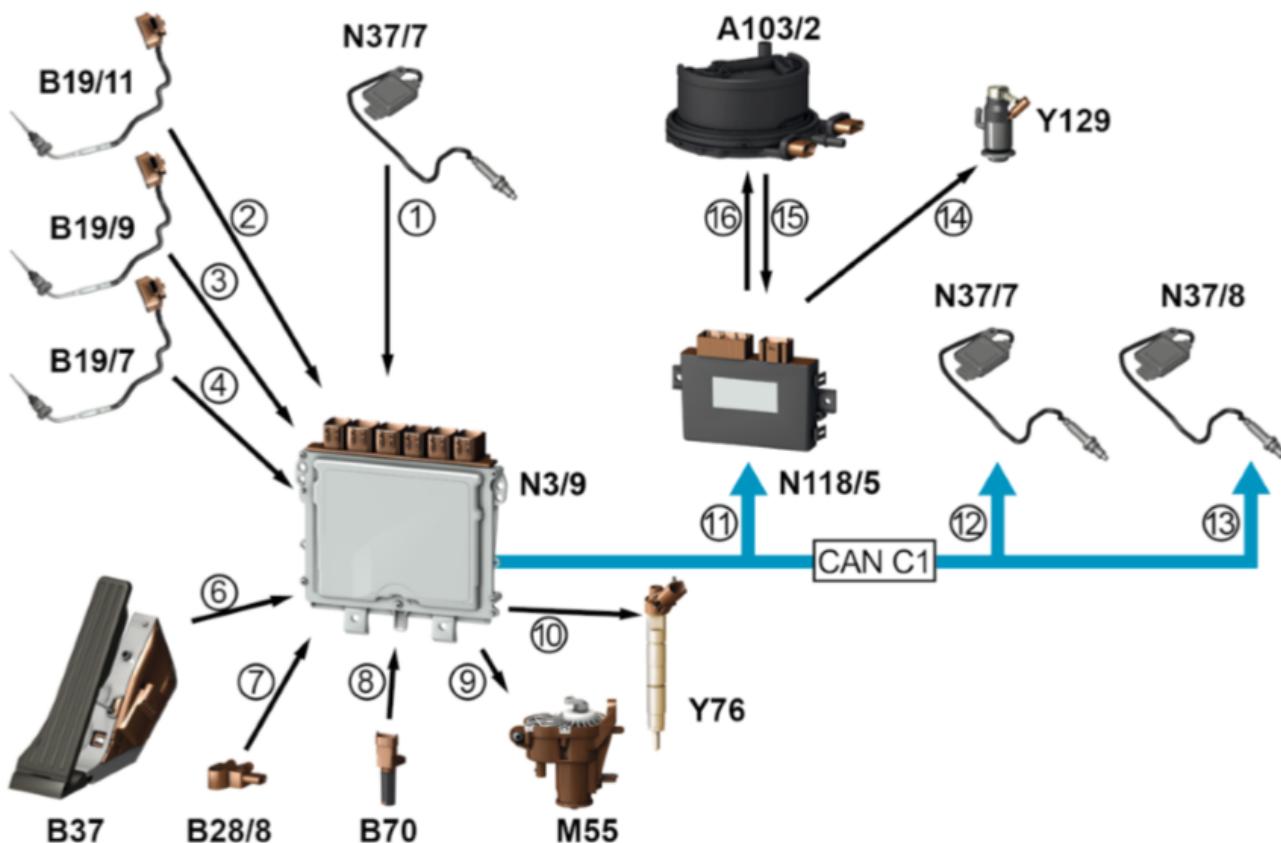
De plus, la vanne de dosage d'AdBlue® est intégrée dans le circuit de liquide de refroidissement afin de prévenir tout dommage

12.7 Concept de mélange et de préparation de l'AdBlue®

En raison des nouvelles exigences relatives à la réduction des émissions polluantes, un concept innovant d'évaporation et de mélange a été développé.

Des plaques d'évaporation sont disposées dans le sens d'écoulement après le catalyseur à oxydation diesel et avant le tube de mélange d'AdBlue®. Conjointement avec la vanne de dosage d'AdBlue®, ces plaques d'évaporation assurent un bon mélange des gaz d'échappement avec le produit de réduction.

Le rendement de la dépollution des gaz d'échappement est de ce fait considérablement amélioré.



P14.40-2590-00

Schéma fonctionnel de la dépollution des gaz d'échappement

A103/2 Module d'alimentation d'AdBlue®
 B19/7 Capteur de température avant catalyseur
 B19/9 Capteur de température avant filtre à particules diesel
 B19/11 Capteur de température avant turbocompresseur
 B28/8 Capteur de pression différentielle filtre à particules diesel
 B37 Capteur de pédale d'accélérateur
 B70 Capteur Hall de vilebrequin
 M55 Servomoteur coupure du canal d'admission
 N3/9 Calculateur CDI
 N37/7 Calculateur capteur NOx avant catalyseur à oxydation diesel
 N37/8 Calculateur capteur NOx après catalyseur SCR
 N118/5 Calculateur AdBlue®
 Y76 Injecteurs de carburant
 Y129 Doseur d'AdBlue®
 CAN C1 CAN transmission

- 1 Capteur NOx, signal
- 2 Capteur de température avant turbocompresseur, signal
- 3 Capteur de température avant filtre à particules diesel, signal
- 4 Capteur de température avant catalyseur, signal
- 5 Capteur de pression différentielle recyclage des gaz d'échappement basse pression, signal
- 6 Capteur de pédale d'accélérateur, signal
- 7 Capteur de pression différentielle filtre à particules diesel, signal
- 8 Capteur Hall vilebrequin, signal
- 9 Servomoteur coupure du canal d'admission, commande
- 10 Injecteurs de carburant, commande
- 11 Injection d'AdBlue®, demande
- 12 Chauffage capteur NOx, commande
- 13 Chauffage capteur NOx, commande
- 14 Vanne de dosage d'AdBlue®, commande
- 15 Niveau de remplissage d'AdBlue®, message
- 16 Injection d'AdBlue®, demande

13.Gestion thermique

Le calculateur CDI détecte une demande de charge plus grande envoyée au moteur (par exemple mode attelé, etc.). Dès que les signaux analysés passent dans la plage de température critique, le thermostat modifie son comportement à l'ouverture. Dans de telles situations, le thermostat s'ouvre dès 80 °C.

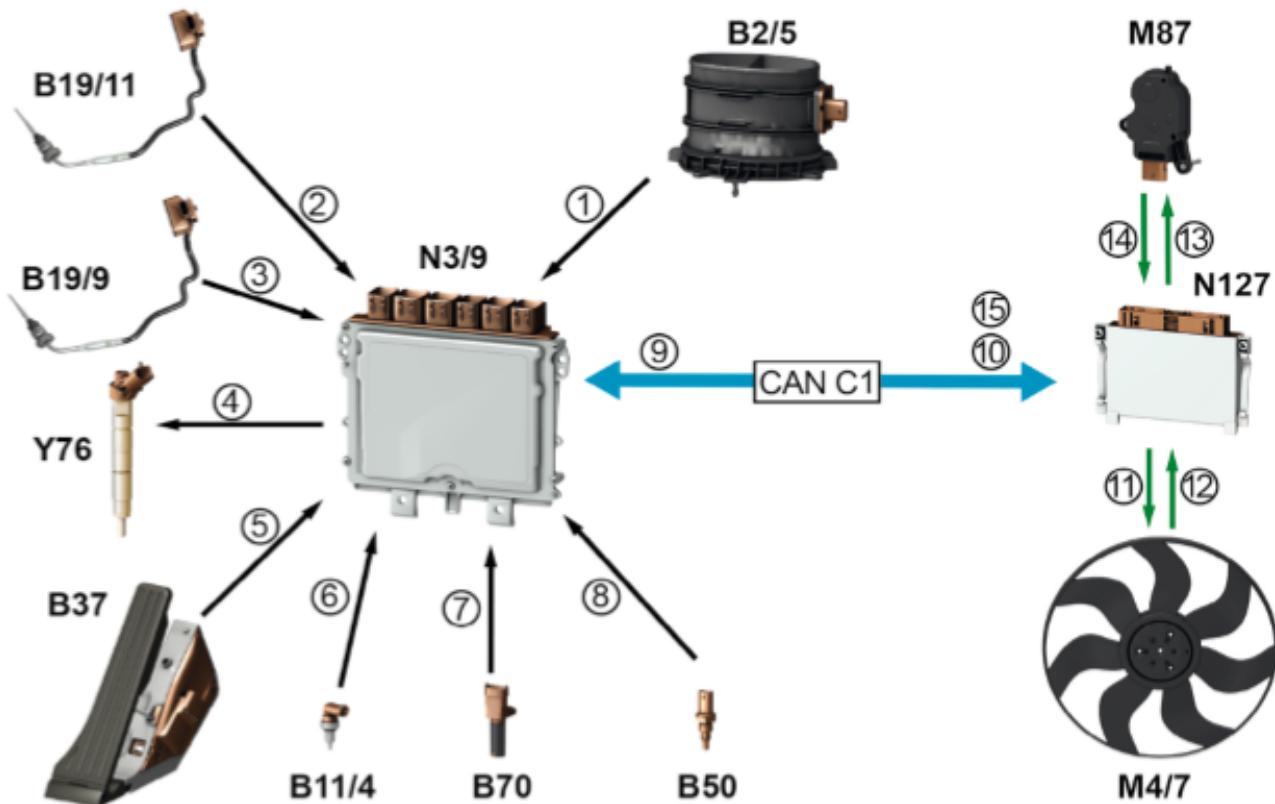


Schéma fonctionnel de la gestion thermique

B2/5	Débitmètre d'air massique à film chaud	1	Capteur de température d'admission d'air, signal
B11/4	Capteur de température du liquide de refroidissement	2	Capteur de température avant turbocompresseur, signal
B19/9	Capteur de température avant filtre à particules diesel	3	Capteur de température avant filtre à particules diesel, signal
B19/11	Capteur de température avant turbocompresseur	4	Injecteurs de carburant, commande
B37	Capteur de pédale d'accélérateur	5	Capteur de pédale d'accélérateur, signal
B50	Capteur de température de carburant	6	Capteur de température de liquide de refroidissement, signal
B70	Capteur Hall de vilebrequin	7	Capteur Hall vilebrequin, signal
M4/7	Moteur de ventilateur	8	Capteur de température de carburant, signal
M87	Servomoteur volet de radiateur	9	Vitesse de rotation de roue, signal
N3/9	Calculateur CDI	10	Température du liquide de refroidissement, signal
N127	Calculateur chaîne cinématique	11	Moteur de ventilateur, demande (LIN) régime de consigne
Y76	Injecteurs de carburant	12	Moteur de ventilateur, statut (LIN)
CAN C1	CAN transmission	13	Servomoteur volet de radiateur, demande
		14	Servomoteur volet de radiateur, statut
		15	Charge du moteur, signal

14. Refroidissement d'air de suralimentation

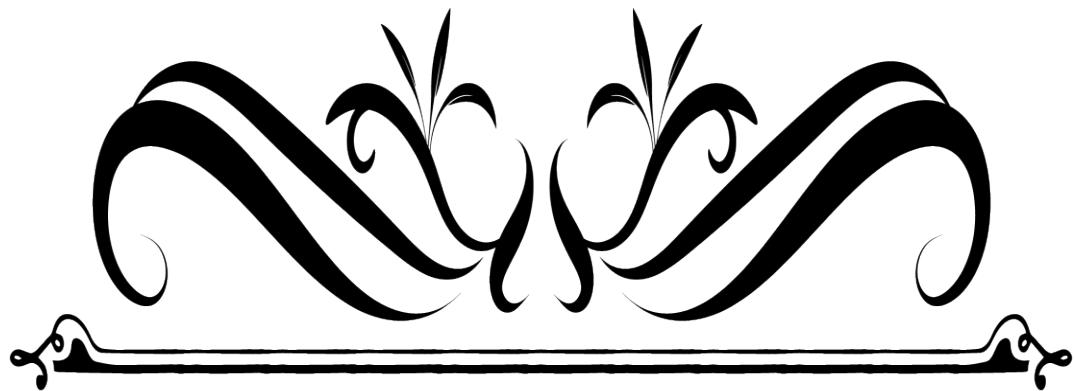
Le refroidisseur d'air de suralimentation refroidit l'air de suralimentation comprimé auparavant par le turbocompresseur et donc chauffé.

L'air de suralimentation refroidi abaisse la température de combustion et donc aussi les émissions.

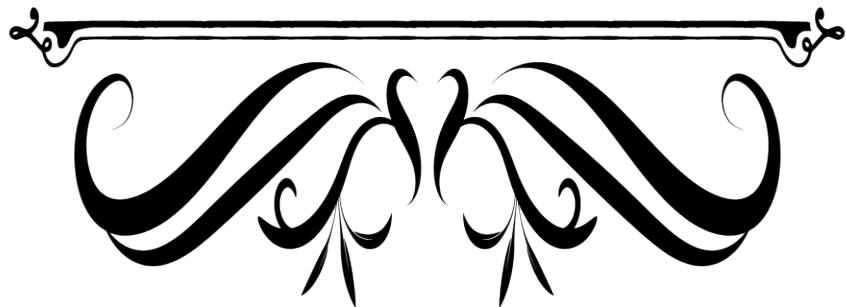
Du fait de la température plus faible de l'air de suralimentation, on obtient en plus un meilleur taux de remplissage des cylindres et la pression de suralimentation peut être augmentée.



Refroidisseur d'air de suralimentation



Chapitre 3 : Fonctionnement du Moteur OM654



1. CHAPITRE 03 Fonctionnement du Moteur OM654

Origine : Développé par Mercedes-Benz, lancé en 2016, successeur de l'OM651.

Objectifs : Réduction des émissions, amélioration de l'efficacité énergétique et conformité aux normes Euro 6d.

Domaines d'application : Utilisé dans plusieurs modèles Mercedes-Benz (Classe C, E, GLC, etc.).

1.2. Contexte et enjeux

Transition énergétique et pression réglementaire sur les moteurs thermiques.

Importance de combiner performances, fiabilité, et efficacité pour conserver la pertinence des moteurs Diesel.

2. Architecture et caractéristiques techniques du OM654

2.1. Architecture du moteur

Type : 4 cylindres en ligne, Diesel.

Cylindrée : 1,950 cm³.

Alésage x course : 82 mm x 92,3 mm.

Rapport de compression : 15,5:1 (optimisé pour l'efficacité thermique).

Bloc moteur : En aluminium pour réduire le poids et améliorer la dissipation thermique.

Pistons : En acier avec revêtement Nanoslide pour réduire les frictions.

2.2. Technologies clés intégrées

Suralimentation : Turbo à géométrie variable.

Injection directe : Système Common Rail à haute pression (2,500 bars).

Post-traitement des gaz : FAP, SCR avec AdBlue, et catalyseur d'oxydation.

Gestion thermique : Thermostat électronique et refroidissement optimisé.

3. Performances dynamiques

3.1. Puissance et couple

Plages de puissance selon les versions :

- OM654.920 : 150 ch et 320 Nm.
- OM654.921 : 194 ch et 400 Nm.
- OM654.924 : 265 ch et 550 Nm (version haute performance).

Analyse des courbes de couple : Couple maximal disponible dès 1,600 tr/min, ce qui améliore les reprises et la souplesse en conduite urbaine.

3.2. Accélération et vitesses

Performances mesurées sur des véhicules équipés :

Classe C (194 ch) : 0-100 km/h en 6,9 secondes, vitesse maximale de 240 km/h.

GLC (265 ch) : 0-100 km/h en 6,2 secondes.

3.3. Comparaison avec d'autres moteurs

Comparaison avec BMW B47 et Audi EA288 :

Avantages du OM654 : Plus faible consommation, émissions réduites, meilleure gestion des vibrations.

Inconvénients possibles : Coût légèrement plus élevé de fabrication.

4. Efficacité énergétique

4.1. Consommation de carburant

Avec une consommation moyenne de 4 à 5 litres/100 km, ce modèle diesel offre une excellente autonomie. Sa motorisation est équipée du bloc OM 654 D20 couplé à une boîte automatique à 9 rapports qui optimise la consommation

Comparaison avec le moteur OM651 : Réduction de 13 % de la consommation grâce à des pertes de friction moindres, une meilleure aérodynamique et une gestion thermique plus efficace.

4.2. Optimisations techniques pour réduire la consommation

a. Injection à haute pression

Pression augmentée (2,500 bars) pour une atomisation fine du carburant, garantissant une combustion plus homogène et une meilleure efficacité thermique.

b. Suralimentation

Turbo à géométrie variable (VGT)

Réactivité améliorée à bas régime.

Maintien de la puissance à haut régime.

c. Réduction des pertes mécaniques

Pistons en acier : Réduction des frottements grâce à leur faible dilatation thermique.

Pompe à huile à débit variable : Adaptation de la pression d'huile en fonction des besoins du moteur.

Culbuteurs optimisés : Réduction des frottements au niveau des soupapes.



5. Gestion des émissions

5.1. Normes et technologies de post-traitement

Conformité aux normes Euro 6d : Les émissions de NOx sont réduites de 80 % par rapport aux moteurs précédents.

Systèmes intégrés :

FAP (Filtre à particules Diesel) : Capture les particules fines issues de la combustion.

SCR avec AdBlue : Réduction catalytique sélective, convertit les NOx en azote inoffensif et en vapeur d'eau.

Catalyseur d'oxydation : Diminue les émissions d'hydrocarbures imbrûlés et de monoxyde de carbone.

5.2. Comparaison des émissions

Réduction des émissions de CO₂ grâce à une consommation réduite (environ 117 g/km pour une Classe C 220d).

Comparaison avec moteurs essence : Le Diesel OM654 est plus performant sur de longues distances et produit moins de CO₂ par kilomètre.

6. Innovations liées à la durabilité

6.1. Matériaux avancés

Aluminium pour le bloc moteur : Réduction de poids et meilleure dissipation thermique.

Pistons en acier : Longévité accrue grâce à leur résistance à l'usure et aux températures élevées.

6.2. Optimisation thermique

Réchauffement rapide : Réduction de la consommation de carburant et des émissions après un démarrage à froid.

Circuit de refroidissement électronique : Permet de gérer indépendamment la température des différentes parties du moteur.

7. Comparaison globale avec d'autres moteurs

7.1. Par rapport au moteur OM651

Efficacité améliorée : Consommation réduite de 13 %.

Poids diminué de 17 kg grâce à l'utilisation d'aluminium.

Réduction des émissions de NOx grâce au SCR intégré.

7.2. Par rapport aux moteurs concurrents

- BMW B47 :

Consommation comparable, mais le OM654 est légèrement plus silencieux.

- Audi EA288 :

OM654 offre une meilleure gestion des émissions grâce à son SCR optimisé.

Conclusion

Le moteur OM654 représente une avancée technologique majeure dans la catégorie des moteurs Diesel. Grâce à ses innovations en matière de combustion, de traitement des gaz d'échappement et de gestion thermique, il offre une combinaison équilibrée entre performances, efficacité énergétique et respect de l'environnement. Ce moteur illustre l'effort de Mercedes-Benz pour maintenir la pertinence des Diesel dans un contexte de transition énergétique.

8. Description des différentes phases de fonctionnement du moteur OM654

Le moteur Diesel OM654 de Mercedes-Benz, conçu pour répondre aux exigences modernes en matière de performance, d'efficacité et de durabilité, fonctionne selon un cycle en quatre temps. Chaque phase de ce cycle joue un rôle spécifique dans le processus de transformation de l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique. Cette section détaille ces différentes phases, leur rôle et les technologies spécifiques mises en œuvre pour optimiser chaque étape.

8.1. Phase d'admission

a. Fonctionnement :

La phase d'admission commence lorsque le piston descend dans le cylindre, créant une dépression qui permet à l'air de pénétrer dans la chambre de combustion.

Ouverture de la soupape d'admission : Les soupapes d'admission s'ouvrent pour laisser entrer l'air frais dans le cylindre.

Mélange air-carburant : Contrairement aux moteurs essence, seuls de l'air et une quantité minimale de gaz d'échappement recyclés (EGR) entrent à ce stade dans un moteur Diesel.

b . Technologies spécifiques au OM654 :

Turbo à géométrie variable (VGT)

Augmente la pression de l'air entrant, améliorant ainsi le remplissage des cylindres.

Assure une admission optimale à bas et haut régime.

Système EGR (Exhaust Gas Recirculation) :

Réduit les émissions de NOx en recyclant une partie des gaz d'échappement dans l'air admis.

c. Avantages :

Optimisation de l'air admis pour une combustion plus complète.

Réduction des pertes énergétiques liées à un mauvais remplissage des cylindres.

8.2. Phase de compression

a. Fonctionnement :

La phase de compression commence lorsque le piston remonte dans le cylindre après l'admission.

L'air est comprimé dans un espace réduit, augmentant sa température jusqu'à atteindre des niveaux suffisants pour enflammer le carburant lors de l'injection.

Rapport de compression : Le moteur OM654 a un rapport de compression élevé de 15,5:1, optimisé pour maximiser l'efficacité thermique.

b. Technologies spécifiques au OM654 :

Injection directe à haute pression (Common Rail) :

Avant l'injection principale, de petites quantités de carburant peuvent être injectées pour adoucir la combustion (pré-injections).

Système capable de fournir jusqu'à 2,500 bars, assurant une atomisation fine et une répartition homogène dans l'air comprimé.

c. Avantages :

Compression efficace, entraînant une montée en température suffisante pour initier la combustion spontanée.

Réduction du cliquetis Diesel grâce aux pré-injections.

8.3. Phase de combustion et d'expansion

a. Fonctionnement :

Cette phase, également appelée phase de travail, est celle où l'énergie chimique du carburant est convertie en énergie mécanique.

Injection principale : Une fois que l'air comprimé atteint une température d'environ 700 à 900 °C, le carburant est injecté sous haute pression.

Auto-inflammation : Le carburant s'enflamme spontanément au contact de l'air chaud.

Expansion : L'explosion pousse le piston vers le bas, générant ainsi la force motrice nécessaire pour faire tourner le vilebrequin.

b. Technologies spécifiques au OM654 :

Pistons en acier avec cavité optimisée :

Forme conçue pour améliorer la turbulence de l'air et assurer un mélange homogène avec le carburant.

Suralimentation : Le turbo maintient une pression d'air élevée, favorisant une combustion efficace même à haut régime.

Nanoslide : Cette technologie, développée par Mercedes-Benz et la société Gebr. Haller et protégée par plus de 40 brevets, réduit les frottements à l'intérieur du moteur et contribue à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO₂.

c. Avantages :

Combustion propre et efficace, limitant les émissions de particules.

Production maximale d'énergie mécanique avec une consommation minimale de carburant.

8.4. Phase d'échappement

a. Fonctionnement :

Après la combustion, les gaz brûlés doivent être évacués pour permettre un nouveau cycle.

Ouverture de la soupape d'échappement : Le piston remonte et expulse les gaz brûlés hors du cylindre.

Les gaz passent ensuite dans le système de post-traitement pour être purifiés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

b. Technologies spécifiques au OM654 :

Système de post-traitement des gaz d'échappement :

FAP (Filtre à particules Diesel) : Capture jusqu'à 99 % des particules fines.

SCR (Selective Catalytic Reduction) avec AdBlue : Réduit les NOx en les transformant en azote et en vapeur d'eau.

Catalyseur d'oxydation : Réduit les hydrocarbures imbrûlés et le monoxyde de carbone.

Turbo à géométrie variable : Une partie de l'énergie des gaz d'échappement est réutilisée pour entraîner le turbo, augmentant ainsi l'efficacité globale du moteur.

c. Avantages :

Émissions minimales grâce à un système avancé de post-traitement.

Réduction des pertes énergétiques grâce à la récupération partielle de l'énergie des gaz d'échappement.

8.5 Analyse des quatre phases

Le cycle en quatre temps du moteur OM654 est optimisé pour offrir un équilibre parfait entre puissance, efficacité énergétique et respect de l'environnement.

- Phase d'admission : Maximisation du remplissage des cylindres grâce au turbo et à l'EGR.
- Phase de compression : Amélioration de l'efficacité thermique par un rapport de compression élevé et une injection directe avancée.
- Phase de combustion : Réduction des émissions et augmentation des performances grâce à une combustion homogène.
- Phase d'échappement : Limitation des pertes et purification des gaz d'échappement pour répondre aux normes Euro 6d.

8.6. Innovations spécifiques au OM654 pour chaque phase

Phase	Innovation clé	Impact
Admission	Turbo à géométrie variable EGR	Optimisation de l'air admis Réduction des NOx
Compression	Injection directe haute pression , piston en acier	Combustion efficace , Réduction des frottements
Combustion/ Expansion	Cavités optimisées , revêtement Nanoslide	Augmentation de l'efficacité réduction des pertes
Echappement	FAP , SCR Récupération d'énergie des gaz échappement	Réduction des émissions Respecte les normes

8.7 Conclusion

Le cycle de fonctionnement du moteur OM654 incarne les progrès technologiques réalisés par Mercedes-Benz pour concilier performance, efficacité et durabilité environnementale. Chaque phase du cycle bénéficie d'innovations spécifiques qui permettent à ce moteur de se positionner comme une référence dans sa catégorie.

9. Le Système de Lubrification du Moteur OM654

Le système de lubrification joue un rôle crucial dans le fonctionnement et la durabilité du moteur OM654, conçu par Mercedes-Benz. Ce moteur Diesel moderne repose sur un système de lubrification avancé qui assure une réduction des frottements internes, un refroidissement efficace des composants critiques et une protection contre l'usure, tout en contribuant à l'efficacité énergétique. Cette section détaille le fonctionnement, les composants, et les innovations intégrées dans le système de lubrification du OM654.

9.1. Introduction au système de lubrification

Le système de lubrification a pour objectifs principaux :

Réduction des frottements : Assure un glissement fluide entre les pièces en mouvement.

Refroidissement : Dissipe la chaleur générée par la combustion et le frottement.

Protection contre l'usure : Forme une couche protectrice sur les surfaces métalliques pour éviter les dommages.

Nettoyage : Élimine les dépôts, les particules métalliques, et les contaminants.

Étanchéité : Contribue à l'étanchéité entre le piston et les parois du cylindre.

9.2. Architecture du système de lubrification du OM654

a. Schéma général du système :

Le système de lubrification du OM654 est un système sous pression et en circuit fermé. Les principales composantes sont :

1. *Pompe à huile* : Élément central du système, elle assure la circulation de l'huile dans tout le moteur.
2. *Filtre à huile* : Retient les impuretés et les particules métalliques.
3. *Radiateur d'huile* : Régule la température de l'huile pour éviter la surchauffe.
4. *Canalisations d'huile* : Acheminent l'huile vers les différentes parties du moteur.
5. *Orifices de graissage* : Distribuent l'huile sur les zones spécifiques comme les paliers, les pistons, et l'arbre à cames.

b. Fonctionnement général

Aspiration : L'huile est aspirée depuis le carter d'huile par la pompe à huile.

Filtration : Elle passe à travers le filtre à huile pour éliminer les impuretés.

Distribution : L'huile est distribuée sous pression aux différentes parties du moteur :

Palier du vilebrequin et des bielles : Lubrification pour réduire les frottements.

Arbre à cames : Réduction de l'usure au niveau des cames et des soupapes.

Pistons et cylindres : Refroidissement et lubrification des surfaces en contact.

Retour : L'huile usée retourne dans le carter pour recommencer le cycle.

9.3. Composants spécifiques du système de lubrification

a. Pompe à huile à débit variable

Fonctionnement : La pompe ajuste le débit d'huile en fonction des besoins du moteur, réduisant ainsi les pertes d'énergie mécanique.

Avantages :

- Amélioration de l'efficacité énergétique.
- Réduction de la consommation d'huile.

b. Filtre à huile

Type : Filtre à cartouche avec valve de dérivation en cas de colmatage.

Rôle : Piéger les particules fines, les résidus de combustion et les débris métalliques. Protéger les composants critiques du moteur.

c. Radiateur d'huile

Position : Intégré dans le circuit de refroidissement du moteur.

Rôle : Maintenir l'huile à une température optimale, même lors de fortes sollicitations du moteur.

Avantages : Évite la dégradation thermique de l'huile et garantit une lubrification efficace dans des conditions extrêmes.

d. Canalisations et orifices de graissage :

Dispositifs percés dans le bloc moteur pour acheminer l'huile.

Orifices spécifiques pour le refroidissement des pistons.

Innovations : Les conduits sont optimisés pour minimiser les pertes de pression et maximiser la distribution uniforme de l'huile.

e. schéma de circuit de huile de OM654

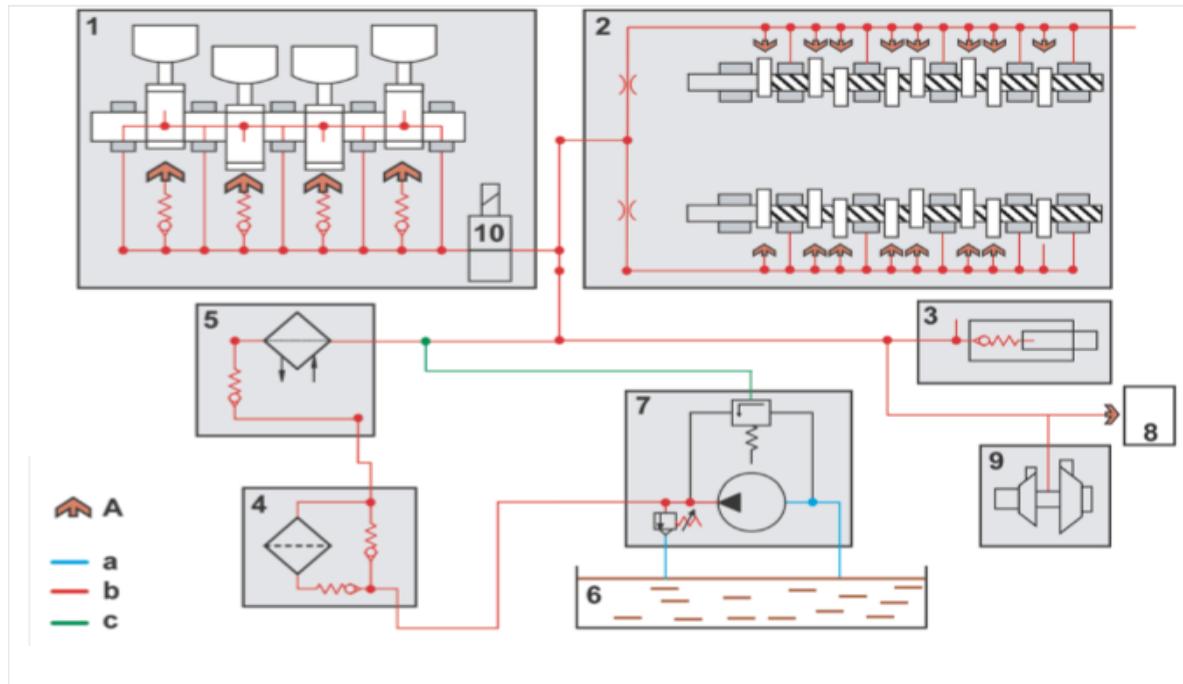


schéma de circuit de huile

- | | | | |
|---|--|----|-------------------------------------|
| 1 | bloc-cylindres | 8 | gicleur de chaîne |
| 2 | culasse carter d'huile moteur | 9 | turbocompresseur |
| 3 | tendeur de chaîne avec gicleur d'huile | 10 | vanne de commande gicleur de piston |
| 4 | module filtre à huile moteur | a | Conduite de retour |
| 5 | échangeur thermique | b | Conduite de pression |
| 6 | carter d'huile moteur | c | Pression de régulation |
| 7 | pompe à huile | A | Gicleur d'huile |

9.4. Innovations spécifiques au moteur OM654

a. Réduction des frottements :

Revêtement Nanoslide :

Appliqué sur les parois des cylindres pour réduire les frottements avec les pistons.

Permet une économie d'énergie mécanique et une durabilité accrue.

Pistons en acier :

Matériau utilisé pour sa faible dilatation thermique et sa résistance à l'usure.

b. Gestion thermique avancée

Le système de lubrification est intégré à un système de gestion thermique qui optimise le temps de réchauffement du moteur après un démarrage à froid.

Avantages : Réduction de la consommation de carburant et moins d'usure des composants à froid.

c. Consommation d'huile réduite :

Les tolérances serrées entre les pièces mobiles et l'utilisation d'une huile de haute qualité permettent de minimiser les pertes d'huile.

L'huile utilisée répond aux spécifications strictes de Mercedes-Benz pour garantir une longévité accrue du moteur.

9.5. Analyse de performance du système de lubrification**a. Efficacité énergétique :**

La pompe à huile à débit variable réduit la consommation d'énergie en ajustant le débit aux besoins réels du moteur.

Contribution globale à la réduction de la consommation de carburant du OM654, estimée à environ 13 % par rapport à son prédécesseur (OM651).

b. Durabilité :

La combinaison de composants de haute qualité (pistons en acier, revêtement Nanoslide) et d'un système de lubrification avancé garantit une durée de vie prolongée des pièces critiques.

c. Impact environnemental :

La réduction des frottements et des pertes d'huile contribue à une baisse des émissions de CO₂, renforçant ainsi la conformité aux normes Euro 6d.

9.6 Conclusion

Le système de lubrification du moteur OM654 illustre les efforts de Mercedes-Benz pour intégrer des solutions technologiques avancées, répondant aux besoins de performances élevées tout en maintenant une efficacité énergétique optimale et une durabilité accrue. Chaque composant, de la pompe à huile à débit variable au revêtement Nanoslide, joue un rôle essentiel pour garantir une lubrification optimale dans toutes les conditions de fonctionnement.

En s'appuyant sur un système de lubrification innovant et fiable, le moteur OM654 réussit à concilier puissance, efficacité, et respect des normes environnementales modernes.

10.Système de refroidissement

Le moteur OM654 repose sur un système de refroidissement sophistiqué pour maintenir des températures de fonctionnement optimales, améliorer la durabilité et réduire la consommation de carburant.

Le rôle principal du système de refroidissement est de dissiper la chaleur excessive générée par le processus de combustion et le frottement interne.

Dans le moteur OM654, cette gestion thermique avancée contribue à :

Maintenir une température optimale : Empêche les surchauffes pouvant causer des dommages aux composants du moteur.

Améliorer l'efficacité : Réduit les pertes thermiques inutiles pour optimiser le rendement énergétique.

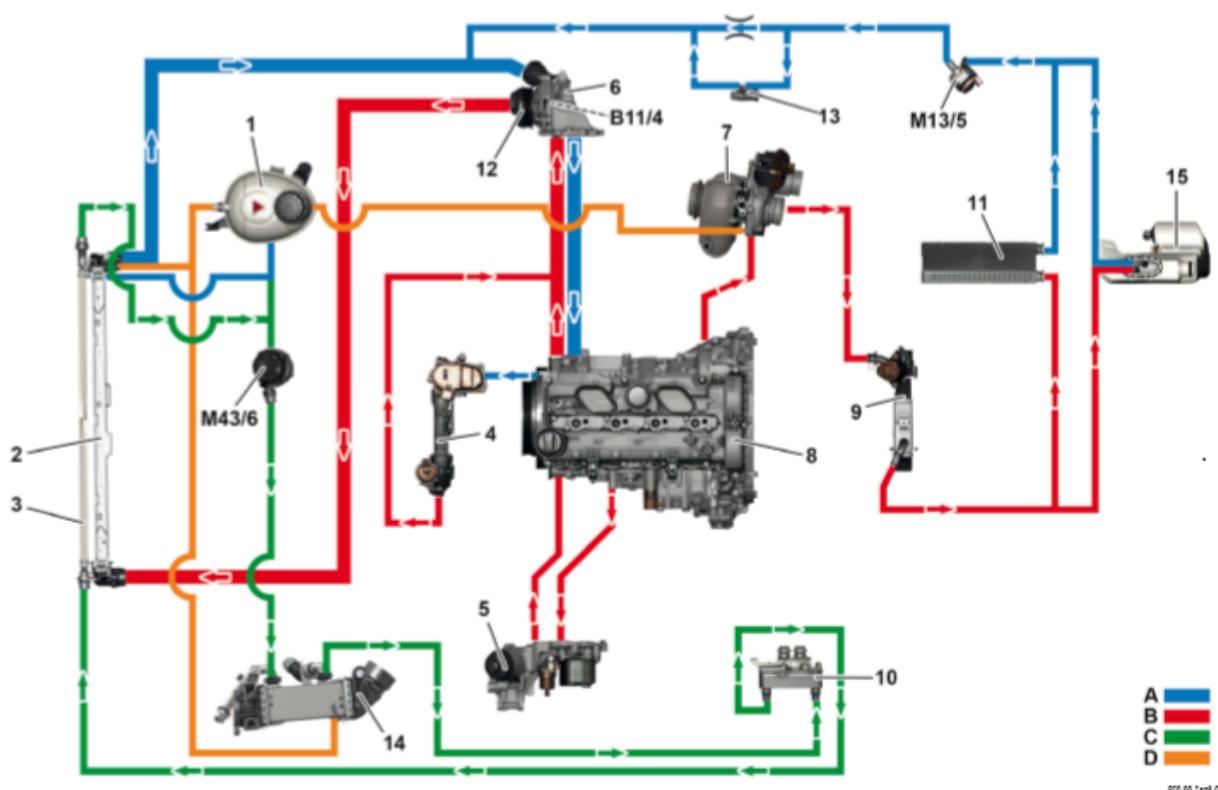
Préserver la durabilité : Protège les matériaux et composants du moteur contre les variations extrêmes de température.

La particularité du moteur OM654 est de présenter une culasse avec double chemise humide et une pompe à liquide de refroidissement supplémentaire pour le circuit basse température. Grâce à ces propriétés, les composants subissant une forte sollicitation thermique sont suffisamment refroidis et donc protégés de la surcharge.

Le vase d'expansion est utilisé par les deux circuits de liquide de refroidissement, par ailleurs indépendants l'un de l'autre. En cas de maintenance, il faut en conséquence purger le circuit de liquide de refroidissement complet. Un remplissage/ purge complet ne peut être garanti que si le remplissage est effectué sur le système en dépression.

Le thermostat de liquide de refroidissement est un thermostat à cire. Cette cire thermostatique se dilate à une température du liquide de refroidissement d'environ 94 °C et libère ainsi le circuit de liquide de refroidissement. Une "ouverture complète" du thermostat intervient à 106 °C et le débit volumique total peut s'écouler par le radiateur moteur.

Les Canaux internes, Situés dans le bloc moteur et la culasse, ils permettent une circulation optimale du liquide autour des cylindres.



Circuit du liquide de refroidissement

- 1 Vase d'expansion
- 2 Radiateur moteur
- 3 Radiateur basse température
- 4 Refroidisseur de recyclage des gaz d'échappement haute pression
- 5 Échangeur thermique d'huile moteur
- 6 Thermostat de liquide de refroidissement
- 7 Turbocompresseur
- 8 OM654
- 9 Refroidisseur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 10 Échangeur thermique d'huile de boîte de vitesses
- 11 Échangeur thermique du chauffage
- 12 Pompe à liquide de refroidissement
- 13 Vanne de dosage d'AdBlue®
- 14 Refroidisseur d'air de suralimentation
- 15 Réservoir d'eau de lave-glace

B11/4 Capteur de température de liquide de refroidissement

M13/5 Pompe de circulation liquide de refroidissement

M43/6 Pompe de circulation 1 circuit basse température

A Liquide de refroidissement froid B Liquide de refroidissement chaud C Circuit basse température

D Purge circuit de liquide de refroidissement

10.1 Fonctionnement du système

a. Démarrage à froid :

Lorsque le moteur est froid, le thermostat reste fermé pour permettre une montée rapide en température. Le liquide circule principalement dans le bloc moteur.

b. Température optimale :

Une fois la température idéale atteinte (généralement autour de 90-100°C), le thermostat s'ouvre, dirigeant le liquide vers le radiateur pour évacuer l'excès de chaleur.

c. Gestion thermique dynamique :

Sur le moteur OM654, des capteurs électroniques surveillent en temps réel la température et ajustent le débit de la pompe à eau ou l'activation du ventilateur pour maximiser l'efficacité.

10.2 Innovations spécifiques au moteur OM654

a. Pompe à eau à commande électronique :

Optimise le débit de liquide selon les besoins thermiques du moteur, réduisant ainsi les pertes d'énergie.

b. Système de refroidissement segmenté :

Permet un contrôle différencié des différentes zones du moteur (par exemple, bloc moteur et culasse).

c. Technologie de récupération de chaleur :

Utilise l'énergie thermique excédentaire pour réchauffer l'habitacle ou alimenter d'autres systèmes.

10.3 Entretien et diagnostic

Un entretien régulier est essentiel pour garantir le bon fonctionnement du système de refroidissement du moteur OM654. Les points clés incluent :

a. Contrôle du niveau et de la qualité du liquide de refroidissement :

Remplacement périodique pour éviter la formation de dépôts ou la perte d'efficacité.

b. Inspection des composants :

Vérification de l'état des tuyaux, du radiateur, et de la pompe à eau pour détecter d'éventuelles fuites.

c. Diagnostic électronique :

Utilisation de capteurs et d'outils de diagnostic pour surveiller les anomalies de température ou les pannes potentielles.

10.4 Conclusion

Le système de refroidissement du moteur OM654 illustre parfaitement l'avancée technologique dans la gestion thermique des moteurs modernes. En combinant des matériaux innovants, des capteurs intelligents et une gestion thermique précise, ce système contribue à une meilleure performance, une consommation réduite et une longévité accrue du moteur. Il reste toutefois crucial d'assurer un entretien rigoureux pour tirer pleinement parti de ces avantages.

11. Gestion des gaz d'échappement (EGR) et traitement des particules

La gestion des gaz d'échappement (EGR) et le traitement des particules jouent un rôle essentiel dans la réduction des oxydes d'azote (NOx) et des particules fines, qui sont des composants nocifs des gaz d'échappement.

Le système de recirculation des gaz d'échappement (EGR) permet de réduire les émissions de NOx en réinjectant une partie des gaz d'échappement dans le cylindre. Cette technique permet de diminuer la température de combustion, réduisant ainsi la formation de NOx, qui est sensible à la température.



11.1 Fonctionnement du système EGR dans le OM654 :

Le moteur OM654 utilise une version optimisée du système EGR, qui fonctionne selon les principes suivants :

Gaz d'échappement recyclés : Une partie des gaz d'échappement est captée après la combustion et redirigée vers les cylindres. Ces gaz sont refroidis dans un échangeur thermique avant leur réinjection dans les chambres de combustion.

Contrôle électronique : L'intensité de la recirculation des gaz est contrôlée électroniquement. Le système est capable d'ajuster en temps réel la quantité de gaz recirculés en fonction des conditions de conduite et des besoins en puissance du moteur.

Température de combustion contrôlée : En réintroduisant les gaz d'échappement, la température de la chambre de combustion baisse, ce qui limite la formation de NOx. Cela est particulièrement efficace lors des régimes moteurs modérés ou faibles.

a. Types de systèmes EGR utilisés

- EGR froid :

Les gaz d'échappement sont refroidis avant d'être réintroduits dans les cylindres. Cela permet de réduire encore la température de combustion et donc les émissions de NOx.

- EGR chaud :

Une partie des gaz est réinjectée directement sans refroidissement, mais cette technique est moins courante dans les moteurs modernes comme le OM654 qui privilégie une gestion thermique plus précise.

b. Avantages du système EGR dans le OM654

Réduction des NOx : L'EGR diminue de manière significative la formation d'oxydes d'azote, particulièrement dans des conditions de conduite à basse charge.

Amélioration de la performance environnementale : La gestion des gaz d'échappement permet au moteur OM654 de répondre aux normes strictes des émissions, comme la norme Euro 6.

Optimisation thermique : Une température de combustion contrôlée permet une meilleure gestion de la consommation de carburant et une réduction des pertes thermiques.

11.2 Traitement des particules (Filtre à particules diesel - FAP)

a. Principe du traitement des particules

Le moteur OM654 est équipé d'un Filtre à Particules Diesel (FAP), un dispositif destiné à piéger les particules fines (PM) contenues dans les gaz d'échappement. Ces particules sont le résultat de la combustion incomplète du carburant et sont une source majeure de pollution de l'air, en particulier en milieu urbain.

b. Fonctionnement du FAP dans le OM654

Le FAP capte les particules fines présentes dans les gaz d'échappement. Voici comment il fonctionne :

Captage des particules : Le FAP est constitué de fibres métalliques ou céramiques avec une structure poreuse. Cette structure piège les particules pendant leur passage à travers le filtre.

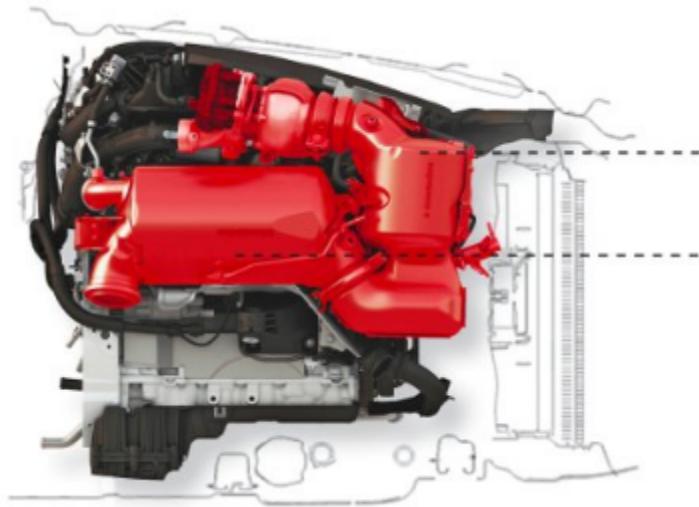
Régénération du FAP : Avec le temps, le filtre se charge de plus en plus de particules. Pour éviter qu'il ne se bouche, une régénération est nécessaire. Cette régénération peut se faire de deux manières :

-Régénération active :

Lorsque le FAP atteint une certaine charge, le moteur augmente temporairement la température des gaz d'échappement (par exemple, en injectant du carburant supplémentaire) pour brûler les particules captées dans le filtre. Cela se fait pendant que le véhicule roule, généralement lors de trajets autoroutiers.

-Régénération passive :

Dans des conditions normales de conduite, le FAP peut se régénérer de manière passive, à des températures suffisamment élevées, ce qui permet de brûler les particules sans intervention active du moteur.



11.3 Technologie de réduction des émissions par oxydation (SCR)

Le moteur OM654 intègre également un système de réduction catalytique sélective (SCR) qui est souvent associé au FAP pour améliorer l'efficacité du traitement des gaz d'échappement. Le SCR utilise un liquide appelé AdBlue (urée diluée) qui est injecté dans les gaz d'échappement avant qu'ils ne passent par le catalyseur. Ce processus transforme les NOx en azote (N₂) et en vapeur d'eau.

a. Avantages du FAP et SCR

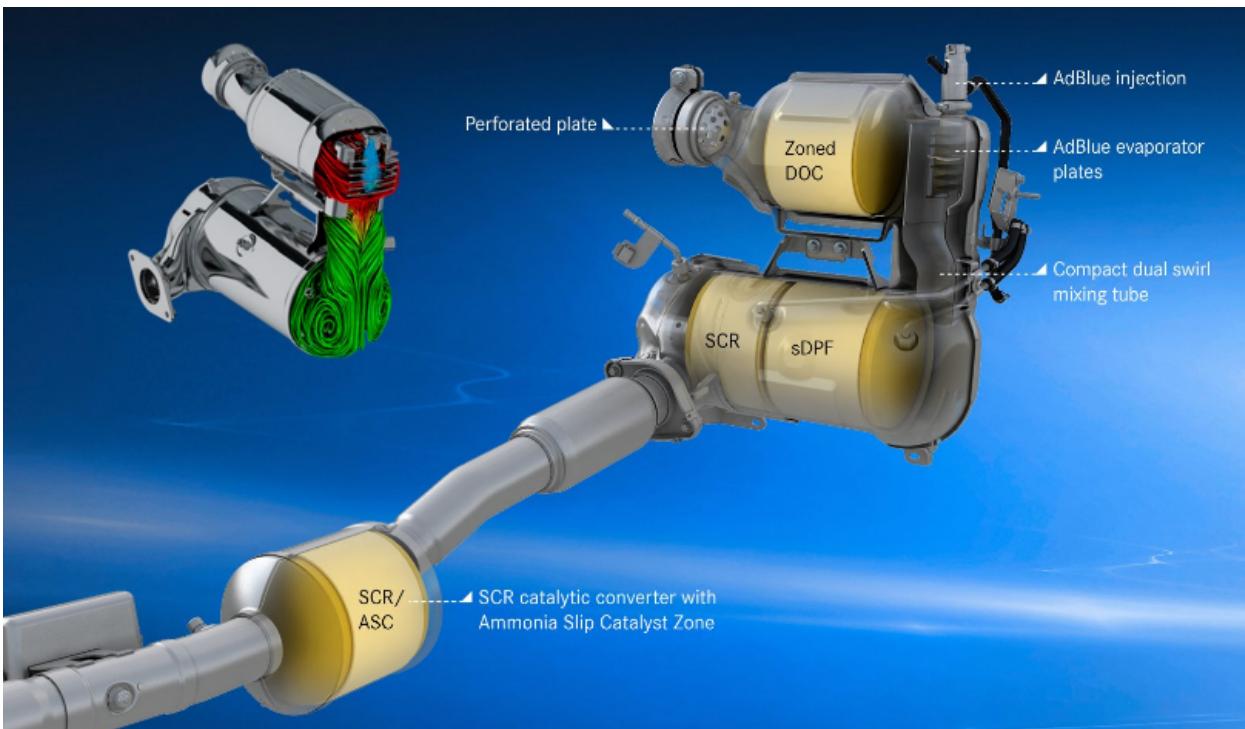
Réduction significative des PM : Le FAP réduit considérablement la quantité de particules fines rejetées dans l'atmosphère.

Conformité aux normes d'émissions Euro 6 :

Le FAP et le SCR permettent au moteur OM654 de respecter les normes strictes de réduction des émissions de particules et de NOx.

Optimisation de la consommation de carburant :

Le moteur ajuste les processus de combustion pour assurer un piégeage et une régénération efficaces des particules, ce qui optimise la consommation.



11.4. Intégration de l'EGR et du FAP dans la gestion des émissions du OM654

Le moteur OM654 combine la gestion des gaz d'échappement (EGR), le traitement des particules (FAP) et la réduction catalytique sélective (SCR) pour atteindre des niveaux d'émissions extrêmement faibles.

Synergie entre EGR et FAP : La recirculation des gaz d'échappement réduit la formation de NOx, tandis que le FAP capture les particules fines générées lors de la combustion. Ensemble, ces systèmes permettent au moteur de fonctionner de manière plus propre tout en maintenant une consommation de carburant faible.

Adaptation aux conditions de conduite : L'ECU (unité de contrôle du moteur) régule finement les processus EGR, SCR et FAP en fonction des conditions de conduite pour garantir une réduction optimale des émissions, même dans des environnements de conduite variés.

11.5. Entretien et défis du système EGR et FAP

a. Entretien du système EGR

Nettoyage du collecteur EGR : Les collecteurs EGR peuvent s'encrasser avec des suies et des dépôts, nécessitant un nettoyage périodique.

Surveillance des capteurs EGR : Les capteurs de température et de pression doivent être régulièrement vérifiés pour garantir un fonctionnement optimal.

b. Entretien du FAP

Surveillance de l'état du FAP : Un FAP encrassé peut entraîner une perte de performance et des pannes. Le véhicule doit être utilisé sur de longues distances pour permettre une régénération passive régulière.

Régénération manuelle : Si la régénération passive échoue, une régénération active doit être initiée, souvent via une conduite à haute température ou avec des outils spécialisés en atelier.

c. Défis

Problèmes de régénération : Si le véhicule est utilisé principalement pour des trajets courts, le FAP peut ne pas atteindre la température nécessaire à sa régénération, ce qui peut entraîner des dysfonctionnements.

Usure du système EGR : L'encrassement du système EGR par les suies peut réduire son efficacité, augmentant ainsi la consommation de carburant et les émissions.

11.6 Conclusion

La gestion des gaz d'échappement et le traitement des particules dans le moteur OM654 sont des éléments essentiels dans la réduction des émissions polluantes. Grâce à l'intégration de technologies avancées telles que l'EGR, le FAP et le SCR, Mercedes-Benz a réussi à minimiser l'impact environnemental de ses moteurs diesel tout en conservant des performances et une efficacité énergétique élevées. Cependant, ces systèmes requièrent un entretien régulier pour garantir leur bon fonctionnement à long terme et éviter des pannes coûteuses.

Table des matières

1. CHAPITRE 01 : Contexte et historique des moteurs diesel :	5
Introduction générale :	5
2. Évolution des moteurs diesel.....	5
Les Premiers Moteurs Diesel (Fin du 19e siècle – 1910).....	5
L'Expansion et les Premiers Moteurs Diesel Automobiles (Années 1930 – 1960)	6
Modernisation et Améliorations Technologiques (1970 – 1990)	6
La Révolution de la Technologie Diesel (1990 – 2010).....	6
Moteurs Diesel Modernes et Conformité aux Normes Euro (2010 – Présent).....	7
Vers une Transition Écologique : L'Avenir des Moteurs Diesel (2020 – Avenir)	7
3. Principe de fonctionnement du moteur diesel.....	8
Admission :	8
Compression :	9
Combustion :	10
Échappement :.....	10
4. Composants principaux d'un moteur diesel :	11
Cylindres et pistons :.....	11
Système d'injection de carburant :	11
Turbocompresseur :.....	11
Vanne EGR (Recirculation des gaz d'échappement) :	11
Filtre à particules (DPF).....	11
Réduction catalytique sélective (SCR) :	11
5. Avantages du moteur diesel.....	12
Efficacité énergétique supérieure :	12
Couple élevé :	12
Durabilité et longévité :	12
Réduction des émissions de CO ₂ :	12
6. Inconvénients et défis des moteurs diesel :	12
Émissions de NO _x et de particules :	12

Coût d'entretien plus élevé :	13
Bruit et vibrations :	13
Coût initial plus élevé :	13
7. Conclusion :	13
1. CHAPITRE 02 : Caractéristiques techniques du moteur OM654	15
2. Diagramme de puissance	18
3. Vues du moteur	19
Vue Avant du Moteur	19
Vue de dessus du Moteur	20
Vue de droite du moteur	21
Vue de gauche	22
Vue arrière du moteur	23
Vue de dessous du moteur	24
Vue de l'équipement d'insonorisation	25
4. Moteur de base	26
Vue éclatée du Moteur de base	27
4.1 Embielage – Généralités	28
a. Piston	28
4.2. Entraînement par chaîne	29
a. Culasse	30
b. Culasse et distribution	31
5. Entraînement par courroie	32
6. Préchauffage	33
a. Système de préchauffage	33
b. Étage final de préchauffage	33
c. Bougies de préchauffage	33
7. Système d'admission d'air	34
7.1 Suralimentation – Généralités	36
7.2 Régulation de la pression de suralimentation	36
7.3. Turbocompresseur	37
8. Alimentation en carburant	39
8.1 Circuit de carburant basse pression	40

a. Système d'alimentation en carburant basse pression	40
b. Alimentation en carburant.....	41
8.2 Système de carburant haute pression – Généralités	41
8.3 Préchauffage du carburant – Généralités	42
9. Chambre de combustion.....	44
9.1 Conception de la chambre de combustion – Généralités	44
10. Régulation d'injection	45
a. Préinjection.....	45
b. Injection principale	45
c. Post-injection	45
11. Recyclage des gaz d'échappement.....	47
11.1 Recyclage des gaz d'échappement – Généralités	48
11.2 Le taux de recyclage dépend de diverses variables :	48
11.3 Circuit de recyclage des gaz d'échappement haute pression	48
a. Actionneur de recyclage des gaz haute pression	48
11.4 Circuit de recyclage des gaz d'échappement basse pression	50
12. Système d'échappement	51
12.1 Catalyseur à oxydation diesel.....	52
12.2 Unité filtre à particules diesel avec catalyseur SCR	52
12.3 Calculateur AdBlue®	53
12.4 Module d'alimentation d'AdBlue®	53
12.5 Calculateurs capteurs NOx	55
12.6 Vanne de dosage d'AdBlue®	55
12.7 Concept de mélange et de préparation de l'AdBlue®	56
13. Gestion thermique	57
14. Refroidissement d'air de suralimentation	59
1. CHAPITRE 03 Fonctionnement du Moteur OM654	61
1.2. Contexte et enjeux.....	61
2. Architecture et caractéristiques techniques du OM654.....	61
2.1. Architecture du moteur	61
2.2. Technologies clés intégrées.....	61
3. Performances dynamiques.....	61

3.1. Puissance et couple.....	61
3.2. Accélération et vitesse	62
3.3. Comparaison avec d'autres moteurs.....	62
4. Efficacité énergétique.....	63
4.1. Consommation de carburant	63
4.2. Optimisations techniques pour réduire la consommation	63
5. Gestion des émissions	64
5.1. Normes et technologies de post-traitement	64
6. Innovations liées à la durabilité	64
6.1. Matériaux avancés.....	64
6.2. Optimisation thermique	64
7. Comparaison globale avec d'autres moteurs	64
7.1. Par rapport au moteur OM651.....	64
7.2. Par rapport aux moteurs concurrents	65
Conclusion.....	65
8. Description des différentes phases de fonctionnement du moteur OM654.....	65
8.1. Phase d'admission	65
8.2. Phase de compression	66
8.3. Phase de combustion et d'expansion	67
8.4. Phase d'échappement.....	67
8.5 Analyse des quatre phases.....	68
8.6. Innovations spécifiques au OM654 pour chaque phase	68
8.7Conclusion	69
9. Le Système de Lubrification du Moteur OM654	69
9.1. Introduction au système de lubrification	69
9.2. Architecture du système de lubrification du OM654.....	69
9.3. Composants spécifiques du système de lubrification.....	70
9.4. Innovations spécifiques au moteur OM654	71
9.5. Analyse de performance du système de lubrification	72
9.6Conclusion	72
10.Système de refroidissement	73
10.1 Fonctionnement du système.....	75

10.2 Innovations spécifiques au moteur OM654	75
10.3 Entretien et diagnostic	75
10.4 Conclusion	76
11. <i>Gestion des gaz d'échappement (EGR) et traitement des particules</i>	76
11.1 Fonctionnement du système EGR dans le OM654 :	76
11.2 Traitement des particules (Filtre à particules diesel - FAP)	77
11.3 Technologie de réduction des émissions par oxydation (SCR)	78
11.4. Intégration de l'EGR et du FAP dans la gestion des émissions du OM654.....	79
11.5. Entretien et défis du système EGR et FAP.....	80