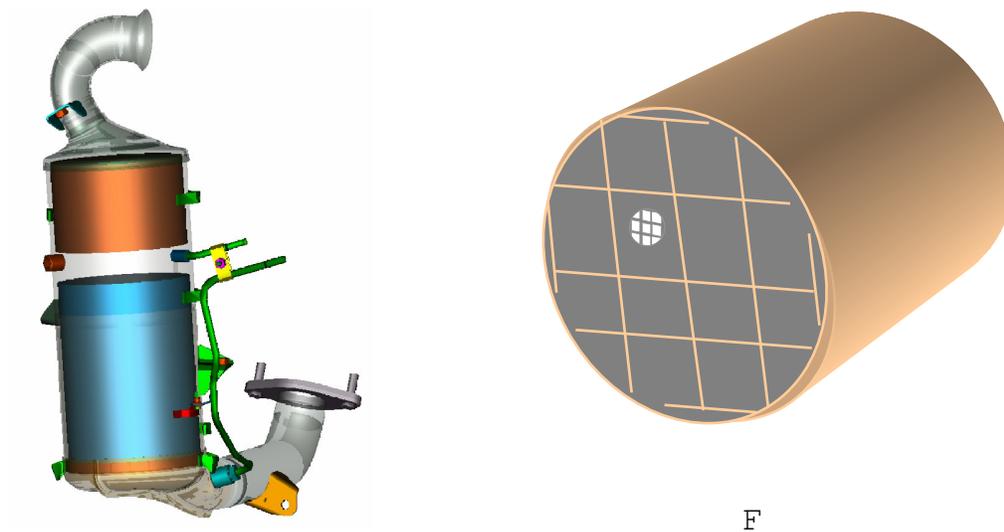




FOCUS DURATORQ TDCI AVEC FAP (FILTRE A PARTICULES)

La nouvelle génération de moteurs diesel pratiquement sans rejets de particules de Ford



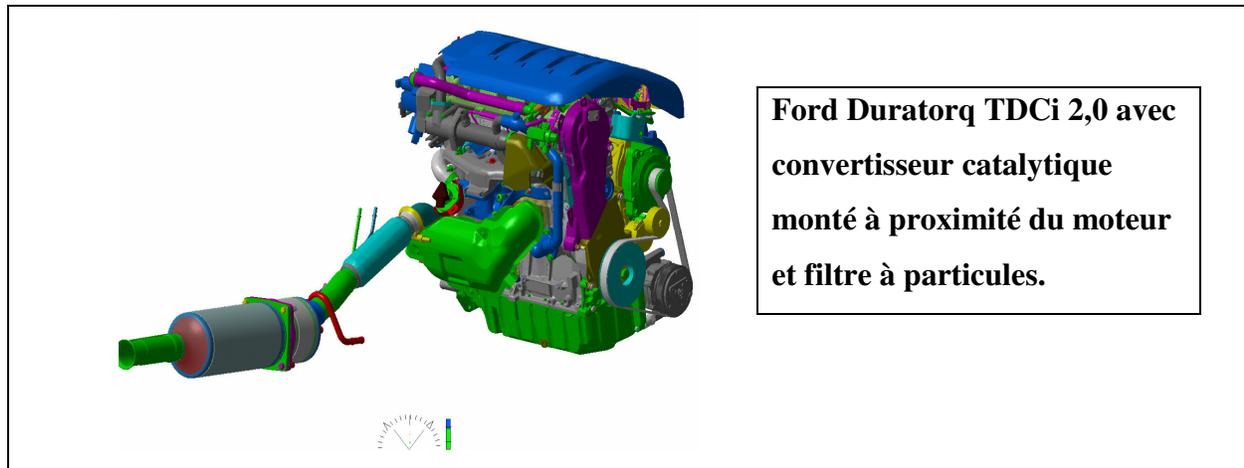
F

Filtre complet monté sur le moteur Duratorq TDCi 1.6 et filtre proprement dit.

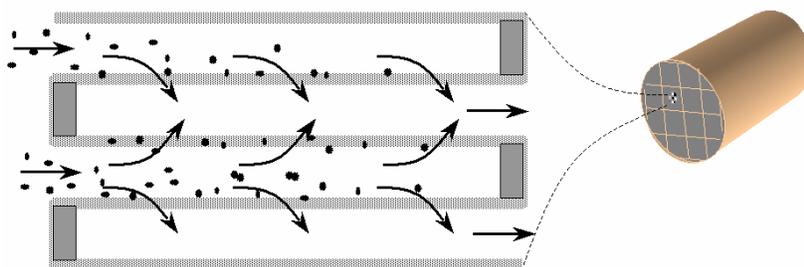
Des moteurs diesel propres à un coût abordable - telle est la fierté de Ford. La gamme Ford Focus est disponible avec deux nouveaux moteurs diesel, le 2,0 litres Duratorq TDCi de 136 ch et le 1,6 litre Duratorq TDCi de 109 ch. Ces deux moteurs sont disponibles avec un FAP (Filtre à particules) avec supplément de prix.



Le filtre a été mis au point conjointement par Ford et son partenaire de développement PSA (Peugeot/Citroën). La technologie du FAP sera lancée tout d'abord sur les marchés allemand et britannique puis ultérieurement en Scandinavie et ensuite sur les autres marchés européens.



Le filtre à particules utilisé sur les Ford Focus et le C-MAX à moteur Duratorq TDCi réduit les rejets de particules jusqu'à 98 % et permet ainsi au moteur d'être conforme à la norme antipollution Euro IV. Sur le marché allemand, les consommateurs qui achètent des véhicules diesel conformes à la norme Euro IV peuvent économiser jusqu'à 614 euros de taxes jusqu'à la fin 2005, dans le cadre du programme gouvernemental de promotion d'achat de véhicules à faibles rejets.



Filtre du moteur Ford Duratorq TDCi avec élément en carbure-silicium,



Le tout nouveau filtre en céramique carbure silicium est utilisé avec la toute dernière technologie à rampe commune pouvant effectuer quatre injections par cycle. Si la capture des particules diesel dans la structure fine du filtre en céramique est relativement facile, la régénération du filtre sous diverses conditions d'utilisation du véhicule est nettement plus difficile et nécessite une technologie de contrôle très complexe qui implique la totalité du moteur.

La régénération fait référence à la réduction pratiquement complète des dépôts de particules dans le filtre. Ceci est assuré par le système de gestion du moteur à l'aide de boucles de contrôle complexes. En fonction de la charge du moteur et de l'état du filtre, ce dispositif contrôle le processus de combustion des particules à l'intérieur du filtre. Contrairement à une opinion largement répandue selon laquelle les concepteurs doivent faire preuve d'une attention toute particulière sur le contrôle des rejets lorsque le moteur fonctionne à ses valeurs de couple et de puissance maxi, avec la technologie du filtre à particules, ce sont les plages de charge plus faibles qui posent les plus grands problèmes.

Le problème du contrôle des rejets de particules provient des faibles températures des gaz d'échappement des moteurs diesel modernes. Au contraire, des moteurs à essence suralimentés avec des températures des gaz d'échappement qui dépassent la barre des 1000 degrés C, les moteurs diesel sont relativement "plus froids". Dans les plages de faibles charges, proche du ralenti, la température des gaz d'échappement n'atteint que 250 degrés C. Même à pleine charge, ils ne dépassent jamais 750 degrés C. A cette valeur, sous charge relativement élevée,



le moteur diesel avec filtre à particules à tendance à effectuer une "régénération naturelle" : cela signifie que le moteur brûle complètement les particules déposées dans le filtre sans moyen supplémentaire.

Lorsque la température des gaz d'échappement diminue à cause de la faible charge sur le moteur, la régénération du filtre devient beaucoup plus difficile à réaliser. Cependant, la conduite du véhicule à vitesse élevée pendant un certain laps de temps induit toujours le processus de régénération. Les charges élevées sur le moteur enflamment les dépôts de particules dans le filtre, il en résulte une combustion et donc la régénération du filtre.

Cependant, suggérer aux conducteurs qu'ils doivent conduire le pied au plancher alors qu'ils sont pris dans les aléas de la conduite urbaine ou qu'ils doivent garer leur véhicule diesel parce que le filtre est plein, défie le bon sens pratique.

C'est pourquoi les ingénieurs Ford, avec les experts de PSA, ont fait tomber toutes les barrières pour trouver des solutions fiables. Celles-ci consistent, d'une part, à chauffer les gaz d'échappement des moteurs diesel et d'autre part à diminuer la température de combustion nécessaire dans le filtre. Il en est résulté un système de gestion moteur diesel utilisé avec succès à bord de millions de véhicules. Cette approche qui a cerné le problème par ses deux extrémités a permis d'arriver à une solution particulièrement adaptée.



Le travail de développement de Ford dans le domaine orienté vers l'avenir de la technologie du filtre à particules s'est traduit par plusieurs brevets. Reposant sur les brevets déposés dans les années 80, la gamme Focus utilise un additif qui permet de nettement réduire la température de régénération du filtre. Cette substance qui est une solution liquide de fer pur et d'un élément chimique la cérine, est ajoutée par doses microscopiques (mesurées en parties par millions). Ceci suffit à déclencher l'inflammation des particules à environ 450 degrés C au lieu de 650 degrés C et la combustion ne laisse pratiquement aucun résidu.

Cependant, le moteur diesel n'atteint pas toujours de façon fiable ce seuil de température de 450 degrés C. En conséquence, les ingénieurs utilisent plusieurs "trucs" pour augmenter la température naturelle de 250 degrés des gaz d'échappement du moteur lorsqu'il est nécessaire de régénérer le filtre.

Plusieurs options ont été considérées. Parmi elles, la combinaison d'une pré-injection, injection principale et aussi d'une post-injection et injection tardive. La combinaison de ces injections successives permet d'obtenir un contrôle extrêmement précis du processus de combustion.

La pré-injection calée à environ 10 degrés vilebrequin avant l'injection principale, est d'environ 1 mm³ de gazole, c'est-à-dire d'un volume équivalent à celui d'une tête d'épingle. Tout comme pour les générations précédentes de moteur diesel Ford, ceci permet de minimiser le bruit de combustion des moteurs Duratorq TDCi.



La post-injection est déclenchée à environ 30 degrés après PMH (après point mort haut) en fin du cycle de combustion. Cette petite quantité de gazole augmente la température des gaz d'échappement immédiatement après le processus de combustion principal.

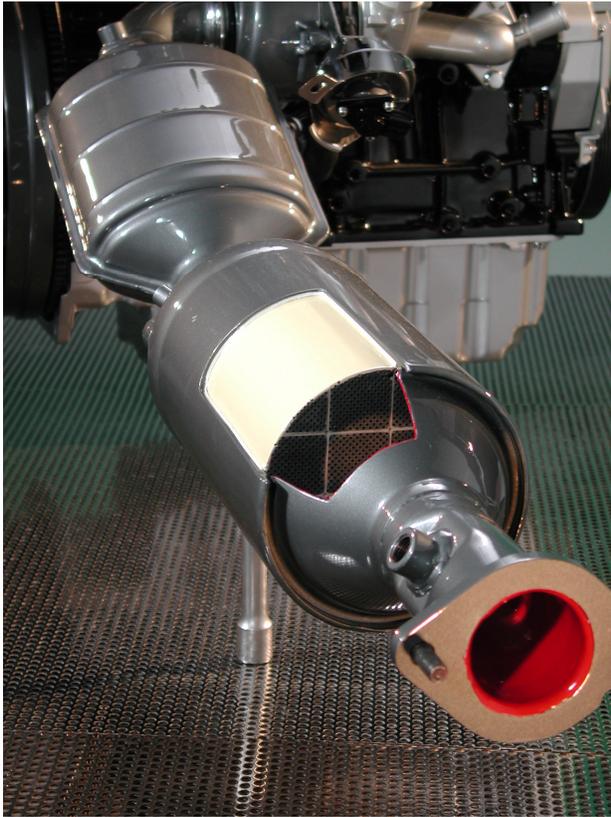
L'injection tardive est déclenchée à environ 40 degrés après PMH. Cette quantité de carburant n'est pas brûlée dans la chambre de combustion, mais se mélange aux gaz d'échappement dans le collecteur et le turbocompresseur, le carburant n'est enflammé que lorsqu'il atteint le convertisseur catalytique chaud où il brûle dans les canaux. Cette réaction exothermique réchauffe le filtre et avec les autres mesures décrites précédemment, permet une combustion complète du dépôt de particules dans le filtre.

Alors que le moteur fonctionne sous très faible charge, c'est-à-dire lorsque le véhicule roule en retenue pratiquement au régime de ralenti, ces mesures ne sont plus suffisantes et elles doivent être complétées par deux "trucs" supplémentaires. Le canal d'admission qui peut être réchauffé par un élément électrique déclenché à la demande. Ceci provoque également une hausse de la température des gaz d'échappement et donc accroît l'efficacité de la post-injection et de l'injection tardive en réduisant le retard d'inflammation du carburant. Il en résulte une montée progressive en pression et un plus long dégagement de chaleur dans la ligne d'échappement. Le contrôle du flux d'admission augmente la température de combustion par réduction du passage d'air - dans la pratique, ceci correspond à un réchauffage des gaz d'échappement contrôlés par le moteur. En outre, le



réchauffage et le dosage de l'air à l'admission sont utilisés pour adapter la réaction exothermique de la combustion et permettre une combustion fiable de la post-injection et de l'injection tardive.

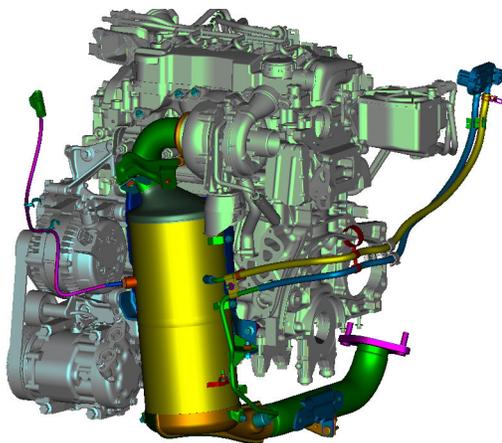
Lors de l'utilisation du véhicule en zones urbaines et périphériques, cette stratégie impliquant les quatre dispositifs permet d'obtenir des conditions préalables optimum pour la régénération du filtre. Ce processus est fiable à l'exception des cas où le moteur tourne au ralenti pendant de longues périodes. Cependant, l'accélération au démarrage à un feu vert permet de réinitialiser le processus de régénération. Le système de gestion moteur contrôle ce processus de façon indépendante - sans que le conducteur ne le remarque véritablement. Ce processus de contrôle sophistiqué ne compromet pas les performances de fonctionnement ou la réactivité du moteur aux plus légères sollicitations du conducteur sur la pédale d'accélérateur. Le moteur diesel fonctionne sans rien laisser paraître pendant la "purge" du filtre.



Le filtre à particules permet au moteur diesel Duratorq TDCi de la Focus de fonctionner en conformité avec la norme antipollution Euro 4. L'élément filtrant est situé en aval du convertisseur catalytique et forme un seul ensemble avec

Les nouveaux moteurs Duratorq TDCi de la gamme Focus

Ford Duratorq 1,6 litre TDCi



De la culasse au carter d'huile, le moteur Duratorq TDCi 1,6 est réalisé en aluminium. Le filtre à particules est situé directement après le turbocompresseur à



La gamme des moteurs diesel qui équipe la Focus comprend un moteur 1,6 litre Duratorq TDCi qui définit de nouvelles références en matière de raffinement, de dynamique de conduite et économie de consommation. Ce moteur développe 80 kW/109 ch à 4000 tr/min et un couple de 240 Nm dès 1750 tr/min. Tout comme pour les autres moteurs Duratorq TDCi, le couple peut être temporairement accru à 260 Nm grâce à la commande d'overboost sans provoquer d'échauffement anormal du moteur.

La pression moyenne effective de ce moteur est de 19,3 bars et atteint 21 bars en phase d'overboost. Cette pression est considérée comme une marque de qualité concernant le rendement global d'un moteur. Elle est obtenue en divisant le couple maxi (exprimé en Newton mètres) par la cylindrée (exprimée en litres) et en multipliant le quotient par un facteur de 0,1257. Le résultat est mesuré en bars et correspond pratiquement à la pression moyenne du piston dans le moteur. Indépendamment de la cylindrée du moteur, cette valeur constitue un élément de base pour évaluer l'efficacité de charge du moteur. Pendant longtemps, des valeurs voisines de 14 bars étaient considérées comme la référence pour les moteurs diesel modernes. Avec désormais une pression moyenne proche de 20 bars, le moteur Ford Duratorq TDCi 1.6 est l'un des meilleurs moteurs au monde.

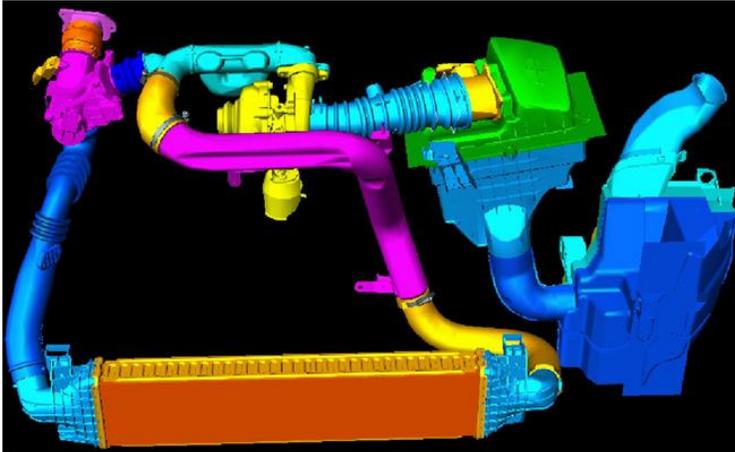
Ce moteur à quatre soupapes par cylindre est totalement réalisé en aluminium et fait appel à la technologie à rampe commune dernière génération avec des pressions d'injection pouvant atteindre 1600 bars. Il est actuellement l'un des meilleurs disponible sur le marché et il associe les compétences diesel de Ford au savoir-faire de PSA, le



partenaire de développement français de Ford. PSA a une très importante expérience de la conception des petits moteurs diesel ainsi que de la technologie de coulage de l'aluminium sous haute pression. Avec ce moteur, Ford propose en option sur la Focus et le C-MAX, la transmission à rapport variable en continu Durashift CVT, qui peut être utilisée avec soit cinq ou sept rapports, soit en mode totalement automatique.

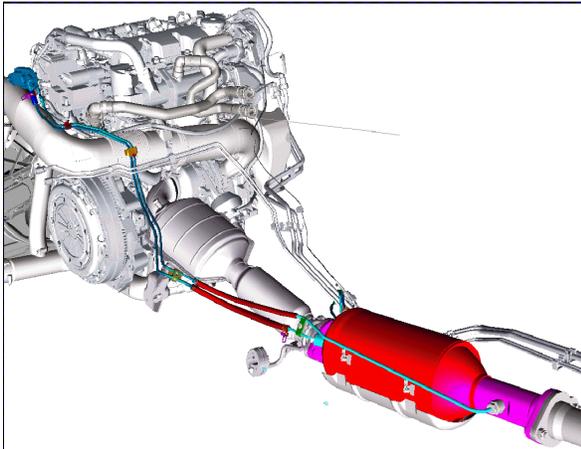
Principales caractéristiques de conception du moteur Ford Duratorq TDCi 1,6 :

- Bloc-cylindres et culasse allégés en aluminium avec chemises en acier coulé
- Porte-paliers séparé monobloc en aluminium avec coussinets de ligne d'arbre en acier coulé
- Distribution à 2ACT, l'arbre à cames d'admission est entraîné par le moteur par courroie crantée et l'arbre à cames d'échappement par une chaîne simple avec tendeur hydraulique
- La distribution comporte des suiveurs de came à galet à faible frottement avec plongeurs hydrauliques
- Système d'injection directe à rampe commune troisième génération avec pression d'injection maximum de 1600 bars
- Turbocompresseur à géométrie variable
- Papillon d'accélérateur électrique
- Système de recirculation des gaz d'échappement électrique
- Volant à double masse



Sur les moteurs Duratorq TDCi à filtre à particules, le collecteur d'admission est doté d'un circuit à fonctionnement séparé. Ceci provient du fait que pour la régénération du filtre sous faible charge, la totalité de l'air d'admission doit passer en dérivation de l'échangeur de température. Un clapet de répartition (partie centrale supérieure de la figure) contrôle cette fonction d'après les signaux reçus du système de gestion du moteur.

Ford Duratorq 2.0 TDCi



Le moteur Duratorq TDCi 2.0 est équipé d'un pot catalytique et d'un filtre à particules, conçus séparément. Vu dans le sens de déplacement, le pot catalytique est situé derrière le moteur, à proximité du turbocompresseur, le filtre est approximativement situé en dessous du levier de sélecteur. Ce moteur est doté d'un bloc-cylindres en fonte pour une plus grande rigidité et abaisser son niveau sonore.



Tout comme sur le moteur 1.6 litre, la culasse du moteur Duratorq TDCi 2.0 litres montée sur la Focus et le C-MAX est en aluminium alors que le bloc-cylindres est en fonte. La rigidité et les propriétés d'atténuation de bruit du bloc en fonte permettent d'abaisser considérablement le niveau sonore de la combustion généré dans les cylindres. Tout comme le moteur de plus petit cylindrée, le moteur 2.0 litres est doté d'un système d'injection à rampe commune dont la pression peut atteindre 1600 bars, d'un volant à double masse ainsi que d'une distribution à faible frottement avec suiveurs de came à galet et plongeurs hydrauliques.

Le moteur diesel à quatre soupapes par cylindre développe 100 kW/136 ch à 4000 tr/min. Le couple maximum de 320 Nm est atteint dès 2000 tr/min et peut culminer provisoirement à 340 Nm grâce à la fonction d'overboost sans provoquer d'échauffement anormal du moteur.

La pression moyenne effective de ce moteur est de 19,3 bars et atteint 21 bars en phase d'overboost. Cette pression est considérée comme une marque de qualité concernant le rendement global d'un moteur. Indépendamment de la cylindrée du moteur, cette valeur constitue un élément de base pour évaluer l'efficacité de charge du moteur. Pendant longtemps, des valeurs voisines de 14 bars étaient considérées comme la référence pour les moteurs diesel modernes. Avec désormais une pression moyenne proche de 20 bars, le moteur Ford Duratorq TDCi 2.0 est l'un des meilleurs moteurs au monde.



Moteur Ford Duratorq TDCi 1.6 litre - Caractéristiques

Type	Moteur diesel à injection directe suralimenté à quatre cylindres avec échangeur de température de suralimentation, système de recirculation des gaz d'échappement refroidi par eau et filtre à particules en option
Cylindrée	1560 cm ³
Alésage x course	75,0 x 88,3 mm
Puissance maxi	80 kW, 109 ch à 4000 tr/min
Couple maxi	240/260* Nm à 1750 tr/min *avec overboost
Pression moyenne effective	19,34 bars / 20,95 bars, avec overboost
Culasse	aluminium, quatre soupapes disposées verticalement par cylindre

Distribution à 2ACT - arbre à cames d'admission entraîné par le moteur par courroie crantée et arbre à cames d'échappement par chaîne simple avec tendeur hydraulique ; distribution à suiveurs de came à galet et plongeurs hydrauliques

Bloc-cylindres en aluminium

Semelle porte-paliers séparée en aluminium pour les paliers de ligne d'arbre avec coussinets en acier coulé

Système d'injection à rampe commune Bosch, 3^{ème} génération avec injecteurs à solénoïde, pression d'injection maximum 1600 bars

Turbocompresseur Garret G 26 à géométrie variable et intercooler

Volant à double masse

Certification Norme Euro IV, avec filtre à particules ou Euro 3 sans filtre à particules

Poids avec turbocompresseur et collecteurs : 112 kg



Moteur Ford Duratorq TDCi 2.0 litres - Caractéristiques

Type	Moteur diesel à injection directe suralimenté à quatre cylindres avec échangeur de température de suralimentation, système de recirculation des gaz d'échappement refroidi par eau et filtre à particules en option
Cylindrée	1998 cm ³
Alésage x course	85,0 x 88,0 mm
Puissance maxi	100 kW, 136 ch à 4000 tr/min
Couple maxi	320/340* Nm à 2000 tr/min *avec overboost
Pression moyenne effective	20,13 bars / 21,40 bars avec overboost
Culasse	aluminium, quatre soupapes disposées verticalement par cylindre

Distribution à 2ACT - arbre à cames d'admission entraîné par le moteur par courroie crantée et arbre à cames d'échappement par chaîne simple avec tendeur hydraulique ; distribution à suiveurs de came à galet et plongeurs hydrauliques

Bloc-cylindres en fonte GGG

Semelle porte-paliers séparée en aluminium pour les paliers de ligne d'arbre avec coussinets en acier coulé

Système d'injection à rampe commune Bosch, 3^{ème} génération avec injecteurs à solénoïde, pression d'injection maximum 1600 bars

Turbocompresseur Garret G 32 à géométrie variable et intercooler

Volant à double masse

Certification Norme Euro IV, avec filtre à particules ou Euro 3 sans filtre à particules

Poids avec turbocompresseur et collecteurs : 120 kg

###



Pour de plus amples informations:

Jo Declercq

Tel: +32 3 821 21 03

Fax: +32 3 821 21 07

jdecler2@ford.com