

*Ford Motor Company*



PSA PEUGEOT CITROËN



High Performance

Refinement

Efficiency

Hautes performances

Raffinement

Efficacité

**3rd PHASE OF DIESEL COOPERATION**  
**3<sup>ÈME</sup> PHASE DE LA COOPÉRATION DIESEL**

**2.7 V6 Diesel**

**June/Juin 2003**

**Jaguar Engineering Centre, Whitley, Coventry, UK**

## TROISIÈME PHASE DE LA COOPÉRATION DIESEL:

SOMMAIRE	PAGE
1. MOTEUR HAUT DE GAMME DE FORD MOTOR COMPANY ET PSA PEUGEOT CITROËN	2
2 INNOVATION ET TECHNOLOGIES AVANCEES	4
3 NOUVELLE GENERATION DE MOTEURS DIESEL V6 FABRIQUES A DAGENHAM	7
4 SPECIFICATIONS TECHNIQUES	8

## SECTION 1

# MOTEUR HAUT DE GAMME DE FORD MOTOR COMPANY ET PSA PEUGEOT CITROËN

Le nouveau moteur diesel V6 2,7 litres, à injection directe et rampe commune, annoncé aujourd'hui, constitue la troisième phase de l'accord extrêmement fructueux conclu entre Ford Motor Company et PSA Peugeot Citroën. Il fera ses débuts sur une Jaguar en 2004, Jaguar étant la première marque à en bénéficier.

Les deux sociétés se sont associées lors d'un premier accord en 1998 et un an plus tard ont développé un accord de coopération global, de manière à effectuer en commun les développements de conception et production de quatre familles de moteurs diesel à injection directe et rampe commune.

Les fruits de cette coopération sont déjà très importants puisqu'ils ont permis de mettre sur la route des voitures équipées de moteurs diesels plaçant Ford Motor Company et PSA Peugeot Citroën parmi les constructeurs mondiaux leaders dans ce domaine. A titre d'exemple, les moteurs diesel à rampe commune de 1,4 litre et 2,0 litres, développés conjointement, sont désormais en production. Le nouveau moteur V6 2,7 litres, conduit ces deux partenaires pour la première fois sur le segment plus petit des moteurs diesel haut de gamme. Il s'agit d'un moteur qui offre un niveau de puissance, consommation et rejets polluants exceptionnel. Il est en cela une nouvelle référence dans la catégorie des moteurs diesel en "V".

Les ingénieurs Jaguar ont été associés dès le début du Programme Diesel V6 à l'équipe principale du projet de Ford Motor Company et PSA Peugeot Citroën pour aider à définir. Ils ont ainsi pu définir les spécifications de base du moteur et les technologies nécessaires pour obtenir des niveaux de performance, raffinement et motricité de haut niveau, dignes d'une Jaguar.

## PUISSANCES ET PERFORMANCES AU CŒUR D'UN MOTEUR HAUTES TECHNOLOGIES

Le moteur V6 ouvert à 60 degrés, d'une cylindrée de 2720 cm<sup>3</sup> est nouveau dans de nombreux domaines. Développé pour répondre aux exigences propres au marché des voitures de luxe, il a été prévu pour être placé dans une voiture de façon longitudinale ou transversale. Il sera disponible pour un certain nombre de marques de Ford Motor Company et PSA Peugeot Citroën.

Cette nouvelle gamme de moteurs V6 permettra d'obtenir des performances et une motricité élevée avec des puissances pouvant atteindre jusqu'à 207 ch (EEC) en fonction des applications et des couples maximum de 440 Nm (EEC). Le moteur le plus puissant de cette famille offre les meilleurs résultats spécifiques de sa catégorie.

## FONCTIONNEMENT RAFFINE

Obtenir un niveau de raffinement de tout premier ordre a été une priorité. Une attention toute particulière a été portée au bruit du moteur tant au niveau de sa densité que de sa qualité et pour y parvenir, les ingénieurs ont fait appel à des techniques analytiques et de mesure évoluées. Le bloc-cylindres, par exemple, est réalisé en fonte graphitée et compactée (CGI) avec une semelle porte-paliers en aluminium qui permet d'obtenir un bas moteur à la fois léger, compact et extrêmement rigide. En outre, des vis transversales permettent de "lier" les chapeaux de paliers à la structure et de contrôler leur comportement sous haute fréquence.

La distribution et le système d'injection sont entraînés par courroie pour davantage de raffinement. Les couvercles des courroies sont conçus de manière à ce que leur surface transmette un minimum de bruit et une attention toute particulière a été portée à la dynamique de fonctionnement des courroies. Les couvre-culasses sont réalisés en matériau composite et isolés du reste du moteur par un matériau élastique qui réduit la transmission des vibrations.

L'équipe qui était en charge de la gestion des caractéristiques sonores du moteur s'est plus particulièrement intéressée aux problèmes de bruit mécanique et au processus de combustion. Ce dernier a bénéficié d'une optimisation particulièrement poussée et du travail approfondi effectué sur la conception de la structure du moteur. Le début de la combustion est encore mieux contrôlé grâce

à la technologie à rampe commune, nouvelle génération, qui intègre une injection "pilote multiple" et un contrôle en boucle fermée, ce qui assure la préservation de la qualité de combustion dans toutes les conditions de fonctionnement du moteur.

Il en résulte ainsi un raffinement de tout premier ordre auquel il faut ajouter des niveaux extrêmement faibles de transmission de bruit à la fois en termes mécanique et de combustion.

## PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Ce moteur diesel a été conçu dès le départ pour répondre aux futures normes anti-pollution. Il prouve si besoin en est que les moteurs diesel à injection directe à rampe commune constituent une solution efficace dans le contrôle des rejets de gaz polluants à effet de serre. La haute technologie intégrée à ce moteur, permet de réduire les émissions à la source grâce à un processus de combustion optimisé et extrêmement efficace géré par des stratégies de commande évoluées. D'autres avantages agissant sur la diminution des émissions proviennent de l'emploi de turbocompresseurs à commande électronique, du système de recirculation des gaz d'échappement et de la désactivation de certains orifices d'admission. La conception évoluée du V6 lui permet de satisfaire la Norme Euro IV et avec l'utilisation du filtre à particules diesel, le rejet de ces dernières est réduit à un niveau où elles sont pratiquement indétectables.

## SECTION 2

# INNOVATION ET TECHNOLOGIES AVANCEES

### Technologie du bloc CGI

L'un des éléments techniques les plus significatifs du moteur réside dans la réalisation de son bloc. Il fait appel à la fonte graphitée et compactée "CGI" (Compacted Graphite Iron) et sera le premier moteur à utiliser ce type de matériau dans une production de grande série. Etant donné que la fonte CGI offre une résistance et une durabilité exceptionnelle, moins de matière est nécessaire pour réaliser le bloc comparé à ceux qui utilisent la fonte classique, ce qui permet de réduire le poids et la longueur du moteur avec des capacités structurelles plus élevées. En fait, le nouveau V6 est le plus léger de ce type avec 202 kg (DIN 70020), un avantage qui contribue de façon significative à l'excellent rapport poids/puissance et à l'économie de consommation. La robustesse et la dureté accrues de la fonte graphitée et compactée ont nécessité l'introduction d'une nouvelle technologie de fabrication et de machines-outils particulières (développées au cours des huit dernières années) pour faire face à l'utilisation de ce matériau dans la production de grande série.

D'autres qualités de première importance permettent au moteur d'atteindre de hauts niveaux de performance et de durabilité.

Dans le bloc, les pistons en aluminium ont une "double galerie ondulée" de refroidissement. Dans ce processus, l'huile est pulvérisée avec précision à l'intérieur des pistons à partir des gicleurs du bloc. Elle emprunte ensuite deux canaux internes de forme ondulée de manière à refroidir chaque couronne. Ce dispositif permet de façon indirecte de réduire également le bruit de "cognement" des pistons. Les coussinets de tête de bielle sont "revêtus par projection". Il s'agit d'un processus de fabrication qui dépose le matériau du coussinet afin d'obtenir une plus forte capacité en charge, ce qui accroît la durabilité et permet de réduire la largeur du coussinet. Les chapeaux de tête de bielle sont séparés par fracture et le pied de bielle présente un alésage évasé pour une meilleure répartition des forces sur l'axe dont le poids a été optimisé. La distribution entraînée par courroie fait appel à la toute dernière technologie des matériaux, permettant ainsi à l'équipe d'ingénieurs de lui conférer une capacité de "conception à vie". L'économie de consommation est améliorée grâce à l'utilisation d'un traitement à base de Téflon (PTFE) qui réduit les frottements. Ceci contribue également à l'excellent niveau de raffinement atteint par la distribution.

### **Système de combustion haute efficacité**

Les culasses en alliage d'aluminium de haute qualité comportent quatre soupapes par cylindre et deux arbres à cames en tête. Cette association permet d'obtenir un fonctionnement optimum des soupapes d'admission et d'échappement, ce qui est bénéfique au niveau des performances et des émissions.

Le concept de la culasse, qui comporte un système de désactivation des orifices et les pistons avec leur chambre de combustion toroïdale, permettent d'obtenir une combustion extrêmement efficace. Le faible taux de compression (pour un moteur diesel) de 17,3/1 contribue à l'amélioration du niveau des rejets polluants, à une combustion plus silencieuse et à une plus haute compatibilité avec le système d'admission forcée exclusive du moteur. Sur un moteur diesel, une compression réduite signifie une diminution de l'accumulation de chaleur dans la chambre du piston et une combustion plus efficace du carburant, d'où des niveaux de rejets polluants plus faibles.

### **Turbocompresseurs à commande électronique**

Le système d'admission forcée doté de deux turbocompresseurs avec commande

électronique à la pointe du progrès, influence à la fois les performances et le niveau de rejets polluants.

Traditionnellement, les turbocompresseurs sont commandés à dépression, mais grâce à cette nouvelle forme d'actionneur électrique rotatif, il est possible d'obtenir un plus haut degré de contrôle, d'où des avantages au niveau des émissions, des phases transitoires du moteur et de l'équilibrage entre performance et émission des deux rangées de cylindres. Les turbocompresseurs à faible inertie offrent une meilleure réactivité.

### **Nouvelle génération d'injection directe à rampe commune**

De même, le moteur V6 bénéficie de la nouvelle génération d'injection à rampe commune. Par rapport au système précédent, une pression de fonctionnement plus élevée - 1650 bars - est obtenue. La quantité de carburant pulvérisé par chaque injecteur est contrôlée par un actionneur Piezo et grâce au contrôle en boucle fermée, il est possible d'obtenir un dosage précis du carburant jusqu'à 5 injections par cycle. Ceci permet au moteur V6 d'atteindre une puissance élevée et le niveau de rejets polluants souhaité. Les injecteurs ont des trous d'un diamètre de 145 microns, ce

## SECTION 2

qui correspond à l'épaisseur d'un cheveu. Ils permettent une atomisation extrêmement fine du gazole et un mélange air/carburant plus uniforme. Ainsi, le processus de combustion est plus complet.

### **Module de commande électronique évolué**

Le processeur haute capacité du module de gestion bénéficie d'une technologie innovante qui contrôle en permanence les paramètres de fonctionnement du moteur. Il reçoit des informations de 23 capteurs et fournit des signaux de commande à 20 actionneurs. Le module ECU commande un système de désactivation des orifices d'admission qui permet de fermer ou d'ouvrir les papillons du circuit d'admission afin d'obtenir un tourbillonnement et un écoulement des gaz optimum sur toute la plage utile du moteur. Il contrôle également la commande du système de re-circulation des gaz d'échappement, des turbocompresseurs à géométrie variable et de l'accélérateur, permettant ainsi d'obtenir une réactivité encore plus grande et plus précise. En outre, la stratégie totalement axée sur le couple soutient la commande d'injection multiple et l'intégration avec les

contrôleurs, de la transmission et du freinage. Le couple transitoire et la commande de surcharge de suralimentation, permettent d'obtenir des performances optimisées du véhicule sans compromettre la durabilité du moteur.

Le module ECU fait également partie intégrante de la stratégie d'entretien du moteur. Il contrôle un capteur de niveau, température et qualité d'huile monté dans le carter et applique un algorithme complexe pour évaluer le cycle d'utilisation de l'huile. Il peut ensuite informer le conducteur de la date et du kilométrage jusqu'au prochain entretien, du niveau d'huile réel et si nécessaire afficher un avertissement concernant le niveau d'huile. L'algorithme contrôle et déchiffre les données fournies par le capteur alors qu'il prend également en compte d'autres paramètres tels que la température, le niveau et la qualité de l'huile, la vitesse du véhicule, le régime et le couple du moteur, le temps de fonctionnement écoulé et le kilométrage total du véhicule.

## SECTION 3

# NOUVELLE GENERATION DE MOTEURS DIESEL V6 FABRIQUES A DAGENHAM

Le nouveau moteur diesel 2,7 litres sera fabriqué à Dagenham – dans le nouveau Centre d'Affaires Diesel "haute technologie" de Ford. Doté d'un hall d'assemblage moderne et d'un environnement de travail plus convivial, il sera inauguré en juillet 2003.

Ce Centre qui a coûté 47 millions d'euros est le plus important que jamais construit sur le site de Dagenham depuis plus de 30 ans. Le design et l'agencement contemporain du lieu de travail sont sans rival dans le secteur. Il comprend un "Hall d'Assemblage Blanc" qui permet aux équipes de concepteurs et d'ingénieurs de travailler à proximité de leurs collègues de la fabrication, ce qui améliore les communications, les processus de développement, les opérations d'achat et de contrôle "qualité".

Ce centre de hautes technologies s'inscrit dans la transformation de Dagenham qui deviendra le Centre Global d'Excellence d'Ingénierie et de Fabrication Diesel.

L'investissement par Ford Motor Company et PSA Peugeot Citroën dans l'ingénierie et la fabrication du moteur diesel V6 s'élève à 350 millions d'euros.

Dans un premier temps, la production du moteur V6 sera de 150 000 unités par an avec une possibilité d'accroissement à venir si nécessaire. Le moteur équipera des modèles de PSA Peugeot Citroën et de Ford. Il fera ses débuts l'année prochaine à bord de la Jaguar S-TYPE. Ce Centre d'Activité Diesel sera soutenu par le Centre d'Ingénierie et de Fabrication d'Excellence (CEME). Un nouveau partenariat de formation entre Ford Motor Company, les autorités régionales, les collèges locaux et les universités de Loughborough et de Warwick accueillera 1200 étudiants. Outre le fait de mettre à disposition des installations d'enseignement et de formation pour Ford et la communauté locale, le CEME assurera les exigences de formation et de développement du Centre d'Affaires Diesel jusqu'au niveau de "Masters" et au-delà. Des programmes de recherches autour de thèmes tels que la fabrication, l'ingénierie, la commercialisation et la technologie seront assurés.

## SECTION 4

# SPECIFICATIONS TECHNIQUES

### ENGINE

Moteur :	Diesel V6 Ford/PSA/Jaguar
Cylindrée :	2720 cm <sup>3</sup>
Alésage x Course :	81,0 x 88,0 mm
Plage de puissance maxi (DIN) :	147 kW/200 ch ou 152 kW/207 ch (en fonction de l'application)
Plage de couple maxi (DIN) :	Jusqu'à 440 Nm (en fonction de l'application)
Bloc-cylindres :	"V" ouvert à 60 degrés en fonte graphitée et compactée avec semelle porte-paliers
Vilebrequin :	Acier matricé, congés galetés
Paliers de lignes d'arbres :	Quatre, avec chapeau à quatre vis
Pistons :	Aluminium coulé avec chambre toroïdale et double galerie ondulée de refroidissement
Taux de compression :	17,3/1
Bielles :	Bielles en acier avec chapeaux séparés par fracture et alésage évasé du pied de bielle
Culasses :	Aluminium haute résistance
Distribution :	2 ACT avec quatre soupapes par cylindre
Admission :	Turbocompresseur double avec intercooler air/air. Géométrie variable à commande électronique avec phase transitoire de surcharge de suralimentation.
Circuit d'alimentation :	Injection directe à rampe commune à commande Piezo, 1650 bars
Entraînement primaire :	Arbres à cames et pompe d'injection entraînés par courroie. Pompe à huile entraînée directement à partir du vilebrequin
Rejets polluants :	Euro Phase IV plus technologie du FAP
ECU :	Stratégie basée sur le couple permettant plusieurs impulsions d'injection pour contrôle après traitement, amélioration des émissions et du niveau sonore
Système de lubrification :	Séparateur d'huile type à cyclone, capteur de température/niveau/qualité d'huile permettant le calibrage de la stratégie d'entretien