

# SYSTÈME DE SURVEILLANCE DES ÉMISSIONS DIAGNOSTIC DE BORD OBD II

par Christian Haentjens, Formateur et Auteur des  
Editions Techniques

## INTRODUCTION

La plupart des moteurs à combustion interne à étincelles, installés dans les véhicules légers sont pourvus d'un système d'injection de carburant et d'un convertisseur catalytique trifonctionnel. L'une des solutions les plus efficaces pour réduire les polluants consiste à associer le convertisseur catalytique trifonctionnel à un système de contrôle en circuit fermé (closed loop) lambda. Afin d'assurer le contrôle précis exigé par cette technologie, les véhicules légers disposent d'un ordinateur de bord. Cet ordinateur contrôle le rendement du système d'injection de carburant et d'autres paramètres du moteur en régime dynamique. Ce système informatique est appelé « **système de diagnostic de bord** », ou OBD, d'après l'anglais On-Board Diagnostics.

Contrairement à la première génération OBD I, lequel surveillait peu de paramètres antipollution voir aucun, le système de deuxième génération OBD II, quant à lui, surveille les systèmes antipollution et les principaux composants du moteur. Quand un problème susceptible d'entraîner une hausse notable des émissions atmosphériques est décelé, le système de diagnostic de bord allume un témoin d'anomalie (Malfunction Indicator Lamp – MIL) au tableau de bord pour indiquer au conducteur qu'il doit faire vérifier son véhicule par un technicien. Le système OBD II peut surveiller le bon fonctionnement des dispositifs antipollution en effectuant des vérifications continues ou périodiques de l'état du véhicule et de certains composants.

## SYSTÈME DE SURVEILLANCE AUTOMATIQUE

Les fonctions de surveillance automatique ((monitoring) du système de diagnostic de bord représentent dans leur ensemble le système de contrôle des émissions polluantes lequel diagnostic la dégradation de la performance des dispositifs antipollution, d'alimentation, d'allumage et leurs composants. L'objectif est de faire allumer le témoin d'anomalie si les émissions dépassent la norme permise basée sur la méthode fédérale de test (Federal Test Procedure - FTP) d'un certain degré (généralement 1,5 fois la norme) élaborée par l'Agence de protection de l'environnement.

Les fonctions de surveillance automatique du système de diagnostic de bord sont les suivantes:

- la surveillance des sondes, capteurs et actionneurs qui touchent les gaz d'échappement;

- la surveillance de la commande du carburant (compensation requise de l'alimentation pour maintenir le rapport stoechiométrique du mélange air-essence);
- la surveillance des ratés d'allumage (manque de combustion);
- la surveillance des sondes à oxygène chauffées (fréquence de fermeture et rendement des sondes à oxygène);
- la surveillance du convertisseur catalytique trifonctionnel (rendement et efficacité du catalyseur);
- la surveillance des gaz de carburant (rendement et fuites du système de recyclage des vapeurs de carburant);
- la surveillance de la commande de recirculation des gaz d'échappement (RGE) (débit du système RGE);
- la surveillance du dispositif d'injection d'air (s'il y a lieu).

Les ratés d'allumage, les sondes, capteurs et actionneurs et la commande du carburant sont continuellement surveillés par le module de commande du groupe motopropulseur (Powertrain Control Module – PCM) après le réchauffement du moteur. Les fonctions de surveillance automatique peuvent être exécutées complètement à n'importe quel moment d'un cycle de conduite OBD II.

« Un Cycle de conduite OBD II (Drive Cycle) est défini comme une durée de fonctionnement du véhicule et du moteur au-delà du début de la commande du carburant en boucle fermée (Closed Loop). Un Cycle de conduire est aussi défini comme une méthode de confirmation d'un symptôme ou d'une réparation. C'est également une méthode pour mettre en œuvre une fonction de surveillance automatique OBD II ».

La fonction de surveillance automatique de la commande de recirculation des gaz d'échappement exige une série de périodes de ralenti et d'accélération pour s'exécuter complètement et de manière satisfaisante.

Les fonctions de surveillance automatique des sondes à oxygène et du convertisseur catalytique trifonctionnel exigent une conduite à vitesse constante entre 30 km/h et la limite de la vitesse légale après le réchauffement du moteur.

## **MODULE DE COMMANDE DU GROUPE MOTOPROPULSEUR**

Au cœur du système de diagnostic de bord se trouve le module de commande du groupe motopropulseur. C'est un ordinateur qui reçoit des signaux d'entrée de divers contacteurs, capteurs et sondes que l'on nomme «intrants». En se fondant sur ces intrants, le module de commande du groupe motopropulseur régit diverses activités du moteur et du véhicule par le biais de dispositifs que l'on nomme «extrants».

Ainsi, il incombe au module de commande du groupe motopropulseur de coordonner efficacement le fonctionnement de tous les composants liés au système antipollution. Il a également la responsabilité d'établir si les contrôles de diagnostic fonctionnent adéquatement. Le module de commande du groupe

motopropulseur possède un logiciel de tâches lequel établit quels seront les essais et les fonctions qui seront exécutés et à quel moment. Nombre d'étapes de diagnostic exigées par le système de diagnostic de bord doivent être effectuées dans des conditions de fonctionnement particulières. Le logiciel de tâches organise et ordonne par priorité les fonctions de diagnostic.

## **SURVEILLANCE DES SONDES, CAPTEURS ET ACTIONNEURS**

Le diagnostic des composants est nécessaire pour contrôler les sondes, les capteurs et les actionneurs du groupe motopropulseur se rapportant à l'antipollution. Les contrôles comprennent la vérification de rationalité qui se rapporte à l'indication d'une défaillance quand le signal d'un intrant ne paraît pas normal. La fonction de surveillance automatique des sondes, des capteurs et des actionneurs comporte quatre stratégies. Deux portent sur les sondes et les capteurs, et deux portent sur les actionneurs.

La première stratégie de sondes et de capteurs analyse les signaux d'entrée analogiques pour déceler les coupures, les courts-circuits et les valeurs hors gammes par la surveillance constante de la tension d'entrée du convertisseur analogique/numérique. En plus de la continuité du circuit et de la vérification de rationalité, le système doit contrôler le capteur de température du liquide de refroidissement pour sa capacité à atteindre une température stable suffisant à valider la commande de carburant en boucle fermée.

Lors du démarrage d'un moteur froid, le module de commande du groupe motopropulseur surveille le laps de temps qui s'écoule avant que la sonde de température du liquide de refroidissement n'indique une température de fonctionnement normale. Si la sonde n'indique pas une température normale en de ça du laps de temps spécifié, le module de commande du groupe motopropulseur en déduit que la sonde fonctionne incorrectement.

La seconde stratégie de capteurs contrôle les signaux numériques et les signaux de fréquence. Ces contrôles s'effectuent en utilisant la valeur des signaux d'autres capteurs et certains calculs pour déterminer si un signal est approprié aux conditions de conduite du moment.

Quant au sujet des actionneurs, le système doit diagnostiquer la réaction appropriée aux commandes du module de commande du groupe motopropulseur. Les actionneurs pour lesquels la vérification fonctionnelle n'est pas possible doivent être contrôlés pour déterminer s'il existe des coupures, des courts-circuits ou des valeurs en dehors des gammes, en observant la tension associée à l'actionneur.

Le témoin d'anomalie est allumé lorsqu'un code d'anomalie (Diagnostic Trouble Code - DTC) est enregistré dans la mémoire du module de commande du groupe motopropulseur. Le témoin est éteint après trois Cycles de conduite consécutifs (ON/OFF) sans que l'anomalie ne se soit manifestée.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

« Un Cycle de réchauffement est défini comme une durée de fonctionnement du véhicule après une période d'arrêt, permettant à la température du liquide de refroidissement de s'élever d'au moins 4 °C et d'atteindre au moins 70 °C ».

### **SURVEILLANCE DE LA COMMANDE DU CARBURANT**

Le contrôle du mélange se sert des valeurs de la mémoire adaptative à court et à long terme pour déterminer si le système de correction du mélange air-essence fonctionne adéquatement selon les conditions de fonctionnement du moteur en boucle fermée. Lorsque les conditions préalables ou critères de validation sont réunies, le système de correction est contrôlé en permanence (contrôle de type continu) à chaque parcours du véhicule. La théorie du fonctionnement de la correction à long terme de l'alimentation en carburant comprend le contrôle des moyennes de cette correction à long terme (long term Fuel Trim – long term FT) et celle à court terme (short term Fuel Trim – short term FT). Si les valeurs de correction d'alimentation en carburant atteignent leurs limites et y restent pendant un certain temps, une défaillance est signalée.

Le témoin d'anomalie est allumé après deux Cycles de conduite consécutifs au cours desquels une anomalie s'est produite dans la commande du carburant. Le témoin est éteint après trois Cycles de conduite consécutifs sans cette anomalie, dans des conditions de conduite similaires.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

### **SURVEILLANCE DES RATÉS D'ALLUMAGE**

La surveillance automatique des ratés d'allumage du moteur est requise pour éviter les dégâts au convertisseur catalytique trifonctionnel et d'affecter la sonde à oxygène, aussi appelée «sonde Lambda», du système de rétroaction, car l'essence imbrûlée se retrouverait dans un tel cas dans les gaz d'échappement et contribueraient à l'augmentation du niveau d'émissions polluantes.

Il existe trois types ou degrés de ratés d'allumage lesquels sont les suivants:

- les ratés d'allumage de type «A»;
- les ratés d'allumage de type «B»;
- les ratés d'allumage de type «C».

Les ratés d'allumage de type «A» constituent des ratés graves qui peuvent entraîner l'endommagement immédiat du convertisseur catalytique trifonctionnel. Le degré de ratés est évalué sur une période de 200 révolutions du vilebrequin dans des conditions courantes de fonctionnement (régime et charge du moteur, température du liquide de refroidissement).

Les ratés d'allumage de type «B» constituent des ratés qui feront en sorte que le niveau d'émissions excédera une fois et demi les normes fédérales (Federal Test Procedure - FTP) établies aux fins d'homologation. Ce genre de ratés ne peut pas endommager le convertisseur catalytique trifonctionnel, mais provoquerait un excès d'émissions polluantes à l'échappement. Le degré de ratés est évalué sur une période de 1 000 tours du vilebrequin.

Les ratés d'allumage de type «C» constituent des ratés qui feraient en sorte que le véhicule échouerait un test antipollution obligatoire (Inspection Maintenance - I/M). Le degré de ratés d'allumage de type «C» est également évalué sur une période de 1 000 tours du vilebrequin tout comme les ratés de type «B».

Si des ratés d'allumage de type «A» surviennent, le témoin d'anomalie doit clignoter une fois par seconde pendant que se produisent les ratés. Si les ratés d'allumage cessent, le voyant reste allumé et le module de commande du groupe motopropulseur enregistre en mémoire, dès la détection de ratés, un code d'anomalie pour le diagnostic. Le témoin s'éteint après trois Cycles de conduite consécutifs sans que des ratés d'allumage de type «A» ne se soient produits dans les mêmes cylindres et dans des conditions de conduite similaires. Un code est immédiatement enregistré en mémoire dès la détection de ratés de type «A».

Si des ratés d'allumage de type «B» ou «C» surviennent, le témoin s'allume après deux anomalies lors de Cycles de conduite consécutifs. Le témoin s'éteint après trois Cycles de conduite sans ratés dans les mêmes cylindres et dans les mêmes conditions de conduite similaires. Un code d'anomalie est enregistré à la première anomalie pour des ratés de type «B» et «C».

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

### **SURVEILLANCE DES SONDÉS À OXYGÈNE CHAUFFÉES**

Des contrôles séparés sont effectués pour les sondes à oxygène en amont et les sondes à oxygène en aval du convertisseur catalytique trifonctionnel, lors de chaque Cycle de conduite.

Le temps qui s'écoule entre deux commutations du signal de la sonde à oxygène, en amont, est continuellement mesuré pendant le fonctionnement du véhicule. Un temps excessif entre ces commutations indique une sonde défectueuse. Le signal est également surveillé pour déceler une tension excessive.

La tension maximale et l'amplitude totale du signal de la sonde à oxygène sont mesurées. La tension du signal qui dépasse un seuil maximal, ou l'amplitude du signal inférieure à un seuil minimal, indique une réaction défectueuse de la sonde à oxygène avant.

La sonde à oxygène en aval est aussi appelée «capteur de rendement du convertisseur catalytique». Le signal de cette sonde est constamment surveillé pour déceler les tensions excessives par rapport à un seuil maximal. Les

tensions de pointe du côté riche et du côté pauvre sont comparées à des valeurs données pour déterminer si la sonde à oxygène est débranchée ou défectueuse. Les tensions de pointe sont constamment mesurées pendant le fonctionnement normal du véhicule. Si le module de commande du groupe motopropulseur n'observe pas de variations du signal en conditions normales, il force le mélange combustible vers le côté riche ou vers le côté pauvre pour confirmer la panne de la sonde à oxygène arrière est défectueuse.

Une anomalie de l'élément chauffant de la sonde à oxygène peut être décelée en envoyant et en coupant le courant à l'élément chauffant, et en observant si des variations correspondantes se produisent dans le signal de la sonde à oxygène. Le témoin d'anomalie est allumé et un code d'anomalie est enregistré si une anomalie de sonde à oxygène est décelée lors de deux mises en marche consécutives. Le témoin est éteint après trois Cycles de conduite consécutifs sans anomalie de la sonde à oxygène arrière.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

### **SURVEILLANCE DU CONVERTISSEUR CATALYTIQUE TRIFONCTIONNEL**

Le rendement du convertisseur catalytique trifonctionnel est évalué en mesurant la capacité d'emmagasinage de l'oxygène du convertisseur pendant le fonctionnement en boucle fermée du système de correction du dosage du mélange air-essence. La surveillance automatique du convertisseur est effectuée de façon théorique.

La première sonde à oxygène remplit la fonction normale de procurer une rétroaction au module de commande du groupe motopropulseur afin que celui-ci puisse assurer le dosage parfait du mélange carburé. Ainsi, le module de commande du groupe motopropulseur analyse les données en provenance des deux sondes à oxygène pour déterminer l'efficacité du convertisseur.

Lorsque le module de commande du groupe motopropulseur commande le mélange carburé, il détecte un changement de tension correspondant en provenance de la première sonde à oxygène (placée en amont). À cause de la capacité du convertisseur catalytique trifonctionnel d'emmagasiner de l'oxygène, après un court délai, le module de commande du groupe motopropulseur détecte un changement de tension au niveau de la deuxième sonde à oxygène (placé en aval). Le module de commande du groupe motopropulseur mesure ce délai et s'en sert pour déterminer l'efficacité du convertisseur. Un long délai indique un convertisseur en bon état. Un court délai ou l'absence de délai indique un convertisseur en mauvais état ou détérioré.

En général, ce contrôle est exécuté une fois seulement par parcours. Un code d'anomalie est enregistré en mémoire lorsque la sonde à oxygène arrière décele la première défaillance du convertisseur catalytique trifonctionnel. Si la défaillance se répète lors de trois Cycles de conduite consécutifs, le témoin

d'anomalie s'allume. Le voyant s'éteint lorsque le module de commande du groupe motopropulseur ne détecte pas de défaillance du convertisseur lors de trois Cycles de conduite consécutifs.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

### **SURVEILLANCE DES GAZ DE CARBURANT**

Le contrôle de diagnostic du système de recyclage des vapeurs de carburant a pour but d'éviter la mise à l'atmosphère d'hydrocarbures imbrûlés provenant d'un récupérateur de vapeurs non purgé et devenu saturé. Ce contrôle doit être en mesure de détecter une ouverture de 0,5 mm dans le circuit de dégazage et de récupération des vapeurs d'essence. Plus précisément, le système de diagnostic surveille le débit de purge du récupérateur de vapeurs d'essence et enregistre un code de diagnostic si ce dernier n'est pas adéquatement purgé.

Si le module de commande du groupe motopropulseur détermine que le débit de purge est insuffisant lors de deux Cycles de conduite consécutifs, il enregistre alors un code d'anomalie et allume le témoin d'anomalie au tableau de bord. Le témoin est éteint après trois Cycles de conduite consécutifs sans que l'anomalie ne se manifeste à nouveau.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.

### **SURVEILLANCE DE LA COMMANDE DE RECIRCULATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT**

Le système de diagnostic juge que le dispositif de recirculation des gaz d'échappement est défectueux quand un de ses composants tombe en panne ou qu'un changement du débit du dispositif de recirculation des gaz d'échappement amène le véhicule à dépasser une fois et demi les normes antipollution. Les débits anormalement bas ou élevés doivent être contrôlés dans le dispositif de recirculation des gaz d'échappement.

Le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission (Manifold Absolute Pressure - MAP) est requis pour ce système de contrôle.

Le débit du dispositif de recirculation des gaz d'échappement est vérifié par le module de commande du groupe motopropulseur lors d'une décélération avec le papillon fermé. Le module de commande du groupe motopropulseur ouvre légèrement l'électrovalve de commande RGE (EGR control solenoid valve) du dispositif de recirculation des gaz d'échappement. Il vérifie alors la valeur émise par le capteur de levée RGE pour s'assurer que la levée de la soupape RGE est conforme à la valeur attendue. Le module de commande du groupe motopropulseur vérifie alors la valeur émise par le capteur de pression absolue de la tubulure d'admission d'air. Lorsque la soupape RGE s'ouvre, il devrait se produire un changement correspondant dans la pression de la tubulure

d'admission. Le module de commande du groupe motopropulseur compare le changement réel de la pression de la tubulure au changement attendu en fonction du degré d'ouverture de la soupape RGE.

Si le changement à la dépression de la tubulure d'admission diffère de la valeur attendue, le module de commande du groupe motopropulseur détermine qu'il existe une obstruction dans un passage ou dans la soupape RGE et ainsi, il enregistre un code d'anomalie indiquant un débit RGE insuffisant.

La surveillance automatique du circuit de recirculation des gaz d'échappement est effectuée une fois par Cycle de conduite et si une anomalie est décelée un code d'anomalie est enregistré en mémoire.

Le témoin d'anomalie est allumé si un élément ou une fonction présente une anomalie au cours de deux Cycles de conduite consécutifs. Le témoin est éteint après trois Cycles de conduite consécutifs sans que l'anomalie ne se répète à nouveau.

Le code enregistré est effacé après 40 Cycles de réchauffement du moteur si l'anomalie ne se reproduit pas après l'extinction du témoin d'anomalie.