

Examen :	BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	Code :
Spécialité :	M.A.V.A.	
Option :	V.I.	
Epreuve :	COMPREHENSION DES SYSTEMES - GESTION DE MAINTENANCE	

# GESTION DE L'INFORMATION PAR BUS-CAN

## ET

# INJECTION DIESEL A COMMANDE ELECTRONIQUE

### DOSSIER DE TRAVAIL

#### ***PREAMBULE :***

L'introduction massive des ECU (electronic control units) dans le Véhicule Industriel place **le traitement et le transfert des informations** parmi les éléments principaux de son bon fonctionnement. Le métier de la maintenance en est fortement modifié et les entreprises attendent aujourd'hui de la part des Techniciens Supérieurs une maîtrise de ces nouvelles technologies en plus des connaissances de bases de la mécanique (pneumatique, hydraulique, etc.).

Face à l'augmentation du nombre de capteurs et d'informations à traiter, le **bus-CAN<sup>1</sup>**, adopté par tous les constructeurs, semble une architecture limitant les problèmes de dysfonctionnement et donc de maintenance.

Par ailleurs, l'ensemble des ECU équipant un véhicule industriel et qui échangent entre eux des données doivent être considérés comme un seul **système global**.

Les préoccupations environnementales ont conduit à édicter des **normes sur les émissions de polluants**. Les constructeurs y ont répondu par une évolution permanente des **dispositifs d'injection** qui participent par ailleurs à bien d'autres fonctions.

#### ***OBJET DE L'ETUDE :***

Partant d'une approche globale du fonctionnement s'appuyant sur l'étude du bus-CAN et de schémas de connexion, vous mettrez en évidence vos connaissances en traitement des signaux et en électricité.

Nous vous proposons ensuite de particulariser votre travail à un sous-système par l'étude de **l'E.D.C.<sup>2</sup>** équipant les véhicules industriels M.A.N. Vous montrerez votre capacité à analyser et comprendre son fonctionnement en utilisant les principes de la mécanique.

Enfin, la dernière partie fera l'objet de l'application des démarches utilisées en gestion de maintenance.

---

<sup>1</sup> Controller Area Network

<sup>2</sup> Electronically Diesel Control

## PREMIERE PARTIE : ETUDE DU SYSTEME GLOBAL

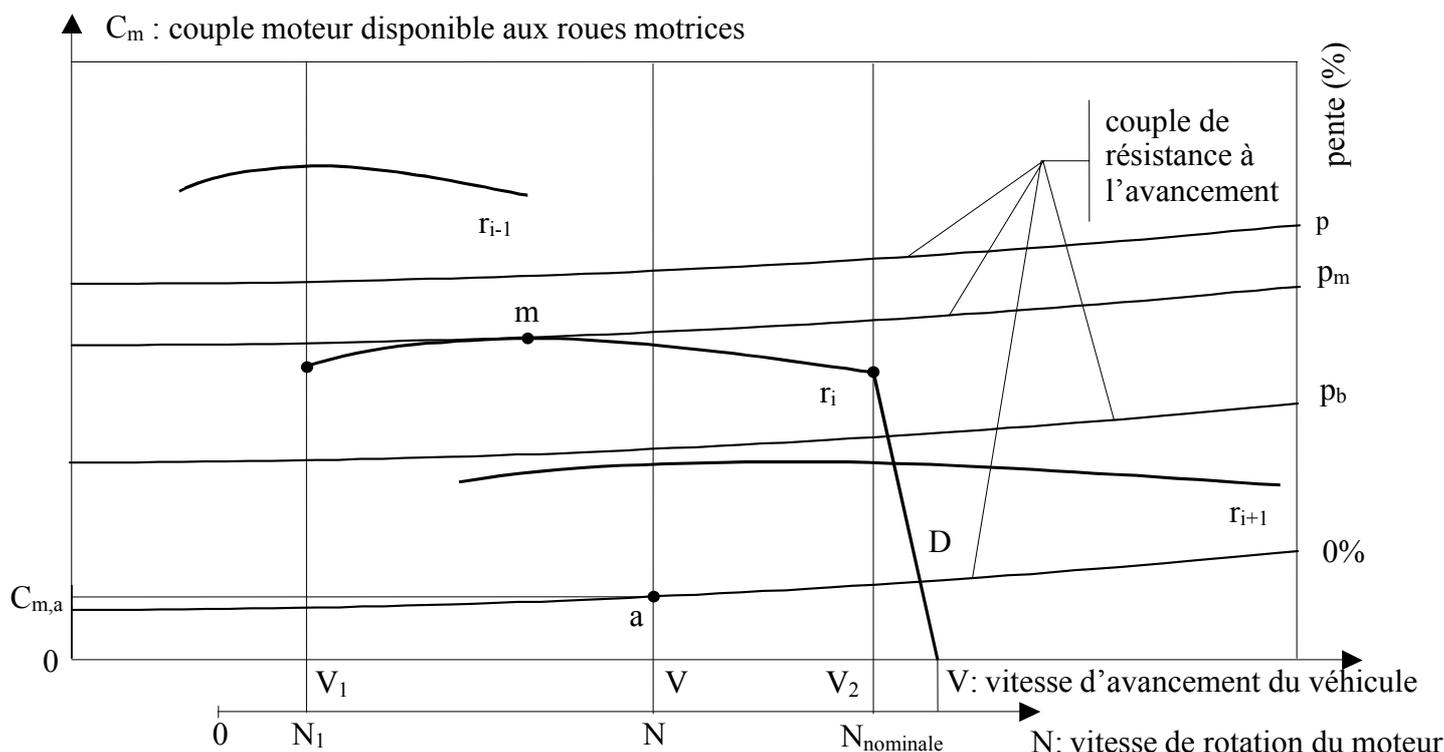
### SUPPORT MATERIEL : LE BUS - CAN EQUIPANT LES VEHICULES M.A.N.

- 1.1. Repérez sur le document réponse **DR 2/9** par des couleurs différentes les différents bus-CAN du système global.
- 1.2. Donnez au moins 3 avantages importants d'un point de vue maintenance et installation du bus-CAN.
- 1.3. Le bus-CAN de la chaîne cinématique fonctionne sur la base de la définition de la priorité des informations à transmettre. Classez les sous-systèmes suivants dans l'ordre décroissant de leur priorité.
  - Système de freinage EBS
  - Suspension pneumatique ECAS
  - Boîte de vitesses
  - Ralentisseur
- 1.4. Le **tableau 1** du document réponse **DR 3/9** indique les conséquences sur le transfert des informations de certains dysfonctionnements d'un bus-CAN. En vous aidant du document **DT 4/17**, complétez le **tableau 1** en indiquant le (ou les) numéro(s) du (ou des) défauts et en justifiant votre réponse.
- 1.5. Des mesures réalisées avec un oscilloscope font apparaître l'écran du document technique **DT 7/17**. A partir de la lecture de cet écran, on demande de calculer :
  - le régime de rotation du moteur thermique (tr/min)
  - une estimation de l'avance réelle à l'injection en degré. Vous expliquerez succinctement votre méthode sur le document réponse **DR 3/9**.
- 1.6. Le circuit électrique du capteur de valeur sur pédale est décrit dans la zone B 127 du schéma électrique de connexion **DT 5/17**.  
On demande :
  - l'affectation des fils du boîtier B 127
  - la fonction de chacun des deux interrupteurs
  - l'utilité de la résistance R 2
  - la courbe caractéristique du composant connecté aux broches 35, 23 et 16 du calculateur EDC. Vous indiquerez précisément les grandeurs physiques sur les axes.

## DEUXIEME PARTIE : ETUDE D'UN SOUS-SYSTEME SUPPORT MATERIEL : L'E.D.C. EQUIPANT LES VEHICULES M.A.N.

### *Régulation. Points de fonctionnement*

La figure ci-dessous, comporte, dans le repère  $(C_m, V)$  ou  $(C_m, N)$ , deux réseaux de courbes. L'un d'entre eux représente les courbes de couple moteur disponible aux roues motrices correspondant à différents rapports de transmission successifs ; elles sont repérées  $r_{i-1}$ ,  $r_i$  et  $r_{i+1}$ . L'autre réseau représente les courbes de couple de résistance à l'avancement (roulement, résistance de l'air et pente) au niveau des roues motrices ; elles sont graduées en fonction de la pente de la route.

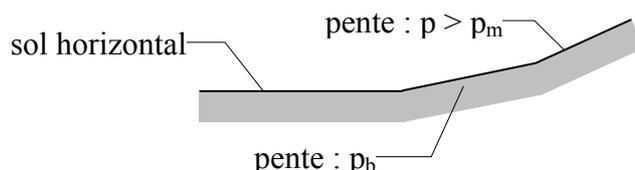


Le véhicule circule sur une route horizontale (pente nulle), il se déplace à la vitesse  $V$  (km/h) et sur le rapport de transmission sélectionné ( $r_i$ ) la vitesse de rotation du moteur est  $N$  (tr/min). Dans le repère ci-dessus le point correspondant, caractéristique du fonctionnement du véhicule, est  $a$ . Le couple nécessaire à l'avancement à vitesse constante est alors :  $C_{m,a}$ .

Les conditions de fonctionnement du moteur thermique sont alors imposées (vitesse de rotation et couple délivré) et pour les obtenir, on doit lui fournir une certaine quantité de carburant. Dans le repère  $(f, N)$  de la figure 1-2 du document réponse DR 4/9 le point correspondant, caractéristique du fonctionnement du moteur thermique, est  $A$ .

#### *Hypothèses :*

- le véhicule parcourt une route dont le profil est donné ci-contre ;
- le moteur thermique est équipé d'une pompe d'injection dont la régulation est dite *toutes vitesses*, et dont le *statisme*<sup>3</sup> est supposé constant quelle que soit la vitesse de rotation du moteur ;
- le conducteur ne modifie ni la position de la pédale d'accélérateur ni le rapport de transmission, ici  $r_i$ .



<sup>3</sup> Le *statisme* est la pente de la droite de régulation  $D$ , qui n'est tracée, ici que pour le rapport  $r_i$ .

- 2.1 Tracez sur la **figure 1-1** du document réponse **DR 4/9** les points caractéristiques du fonctionnement du véhicule (lettres minuscules : b, c, etc.). Expliquez vos tracés.
- 2.2 Tracez sur la **figure 1-2** document réponse **DR 4/9** les points caractéristiques du fonctionnement du moteur thermique (lettres majuscules : B, C, etc.). Expliquez vos tracés.
- 2.3 Le conducteur peut-il stabiliser la vitesse de son véhicule lorsqu'il se trouve sur la pente p ? Pourquoi ?

### *Etude de la pompe VP 44*

La régulation que vous venez d'étudier est réalisée matériellement chez le constructeur MAN par le dispositif EDC décrit dans le dossier technique. Nous vous proposons d'analyser les dispositifs permettant de contrôler le déroulement de l'injection (début, quantité, fin).

- 2.4 Quel composant, piloté par le calculateur EDC, détermine le début d'injection ?

La pression de transfert  $p_t$  est élaborée par la pompe à palettes associée à la soupape régulatrice. A partir de cette pression  $p_t$ , l'électrovanne d'avance va élaborer une pression utile  $p_u$ . Nous allons, dans les questions suivantes nous préoccuper de la génération de ces pressions. Pour cela on utilisera les informations du dossier technique et en particulier les données et notations du document technique **DT 17/17**.

#### *Etude des débits de gazole*

- 2.5 Sachant que le régime de rotation du moteur  $N_m$  varie de 800 tr/min à 2600 tr/min, déterminez la plage de variation du débit  $q_p$  de la pompe à palettes. On supposera, pour la pompe à palettes un rendement volumétrique égal à 1.
- 2.6 La consommation maximale  $q_c$  du moteur varie entre le régime de ralenti et le régime nominal. Que peut-on dire de ces valeurs par rapport à  $q_p$  ?
- 2.7 Le document réponse **DR 5/9** comporte le schéma hydraulique simplifié de la pompe VP 44. Indiquez par des flèches, sur ce schéma, les débits  $q_p$ ,  $q_c$ ,  $q_d$  ainsi que le débit  $q_r$  qui traverse le régulateur de pression. Quelle relation peut-on écrire entre ces différents débits ?

#### *Etude du régulateur de pression*

- 2.8 Grâce au lois de la mécanique et aux hypothèses que vous jugerez raisonnable de faire, montrez que la différence de pression  $\Delta p = (p_t - p_a)$  de part et d'autre du piston de la soupape régulatrice est 
$$\Delta p = \frac{k \cdot (\Delta x_0 + \lambda)}{S}$$
.
- 2.9 Grâce au lois de la mécanique et aux hypothèses que vous jugerez raisonnable de faire, montrez que la vitesse dans les orifices de la soupape régulatrice est 
$$c = \left( \frac{2 \cdot \Delta p}{\xi \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{2}}$$
- 2.10 Sur le document réponse **DR 6/9**, complétez le **tableau 2** et tracez sur la **figure 2**, la courbe représentant les variations de la différence de pression  $(p_t - p_a)$  en fonction du régime de rotation du moteur  $N_m$ . On fera l'hypothèse  $q_r \approx q_p$

### *Etude du variateur d'avance à commande hydraulique*

Le dispositif de réglage de l'avance à l'injection est composé d'un anneau à cames dont la position angulaire peut être modifiée par la translation d'un vérin commandée par la pression utile  $p_u$ . Les éléments permettant cette rotation sont à commande électro hydrauliques.

- 2.11 La pression  $p_u$  est élaborée par l'électrovanne du variateur d'avance, à partir de  $p_t$ . Déterminez, sur la **figure 2** du document **DR 6/9** la zone du plan correspondant aux valeurs que peut prendre la pression  $p_u - p_a$ .
- 2.12 Quels sont alors les avantages que procure une zone de pression utile  $p_u$  ? Argumentez.
- 2.13 Pouvez-vous citer un système existant permettant de se passer de l'ensemble du dispositif de réglage de l'avance ?
- 2.14 Réalisez sur la **figure 3** du document réponse **DR 7/9** le schéma hydraulique normalisé du dispositif de réglage de l'avance à l'injection.

### *Etude de la tête hydraulique*

- 2.15 Déterminez la course des pistons haute pression pour la consommation maximale du moteur. Comparez sa valeur avec celle de la course maximale disponible sur l'anneau à cames ?
- 2.16 Les deux courses ci-dessus sont différentes. Justifiez cette différence.
- 2.17 Quel est le composant qui permet de réaliser l'arrêt du moteur ?

## TROISIEME PARTIE : GESTION DE MAINTENANCE

### *Mise en situation du problème*

Dans le but de prévoir les budgets de l'atelier de maintenance des véhicules d'une entreprise de transport, le comptable de l'entreprise demande au chef d'atelier de proposer une liste des investissements éventuels pour les différents postes de l'atelier. Ces investissements concernent les outillages, réorganisation des postes, moyens humains, formation du personnel....

A partir de données statistiques des activités de son atelier, le chef décide d'en exploiter quelques unes pour justifier ses choix et notamment pour déterminer des actions prioritaires.

**Note importante** : On ne tient pas compte des coûts qui font l'objet d'une autre étude. Il s'agit seulement d'effectuer une partie du travail du responsable d'atelier.

### *Les données :*

Extrait des données statistiques de l'atelier. « Voir page suivante »

### *Travail demandé :*

Etablir la courbe selon le modèle de PARETO (en « cumulé décroissant ») ayant pour élément : « **les types d'interventions** » et pour critère « **le nombre d'interventions** ».

Pour cela :

- 3.1 Complétez le tableau des valeurs du document réponse **DR 8/9**.
- 3.2 Tracez la courbe dans le repère de la **figure 4** du document réponse **DR 9/9**.
- 3.3 Déterminez et repérez sur le graphe de la **figure 4** du document réponse **DR 9/9** les zones « A, B, C »
- 3.4 Commentez, sur le document réponse **DR 9/9**, le tracé obtenu.
- 3.5 Classez les 4 types d'interventions les plus représentatifs de PARETO, en tenant compte du temps passé.
- 3.6 Indiquez 4 actions significatives ayant pour objectif de réduire le nombre comme la durée des interventions en ce qui concerne la réparation des freins (code 50).

### Extrait de données statistiques de l'atelier maintenance de l'entreprise.

<b>types d'interventions</b>		nombre d'interventions	temps moyen passé (heure)
désignation	code		
vidange - graissage	00	530	3
pneumatiques	05	720	4
moteur accessoires	10	63	5,5
moteur organes	15	12	32
embrayage et commande	21	26	16
transmission B.V. pont et réducteur	27	16	24
ralentisseur	29	17	12
suspension	30	82	3,5
essieu directionnel et direction	35	25	4
châssis et accessoires	40	13	5
équipements hayons, grues et divers	45	147	4,5
freinage mécanique	50	380	6
freinage commande	55	230	2,5
carrosserie accessoires et divers	60	107	2
carrosserie cabine	65	11	35
électricité signalisation éclairage et accessoires	70	240	3
électricité électronique embarquée	75	25	5,5
visite technique préparation	80	570	4,5
divers ou non répertoriés	90	175	1,5
<b>TOTAL</b>		<b>3389</b>	