

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

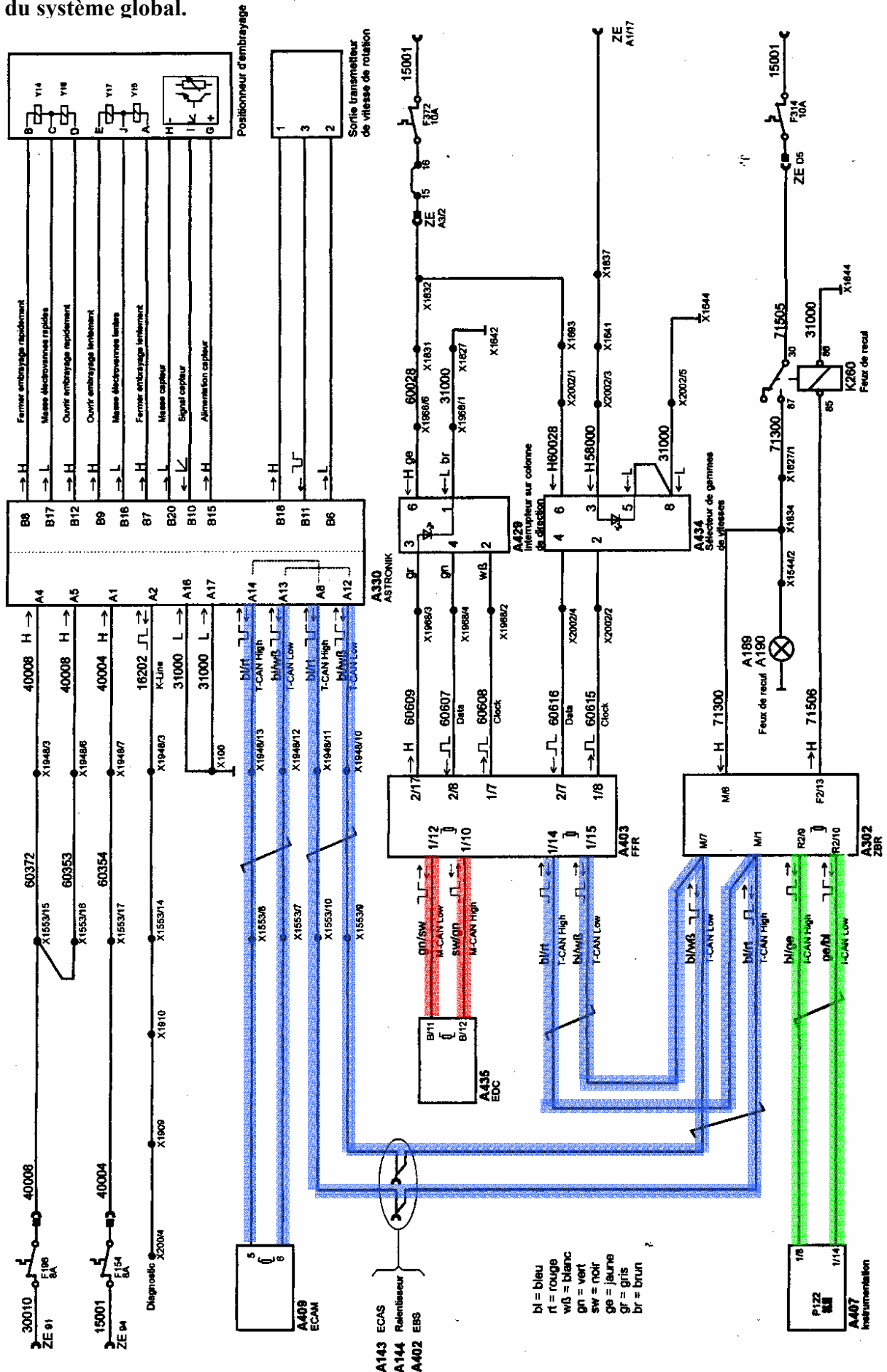
GESTION DE L'INFORMATION PAR BUS-CAN

ET

INJECTION DIESEL A COMMANDE ELECTRONIQUE

DOSSIER CORRIGE

1.1 Repérez sur le document réponse DR 2/9 par des couleurs différentes les différents bus - CAN du système global.



CAN de la chaîne cinématique
 CAN de l'instrumentation
 CAN du moteur

1.2 Donnez au moins 3 avantages importants d'un point de vue maintenance et installation du bus-CAN.

Réduction de la connectique et des capteurs

Standardisation de l'échange de l'information

Ajout aisé d'un autre sous-système

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 vitesse**
- **Ralentisseur**

EBS

RALENTISSEUR

BOITE DE VITESSE

ECAS

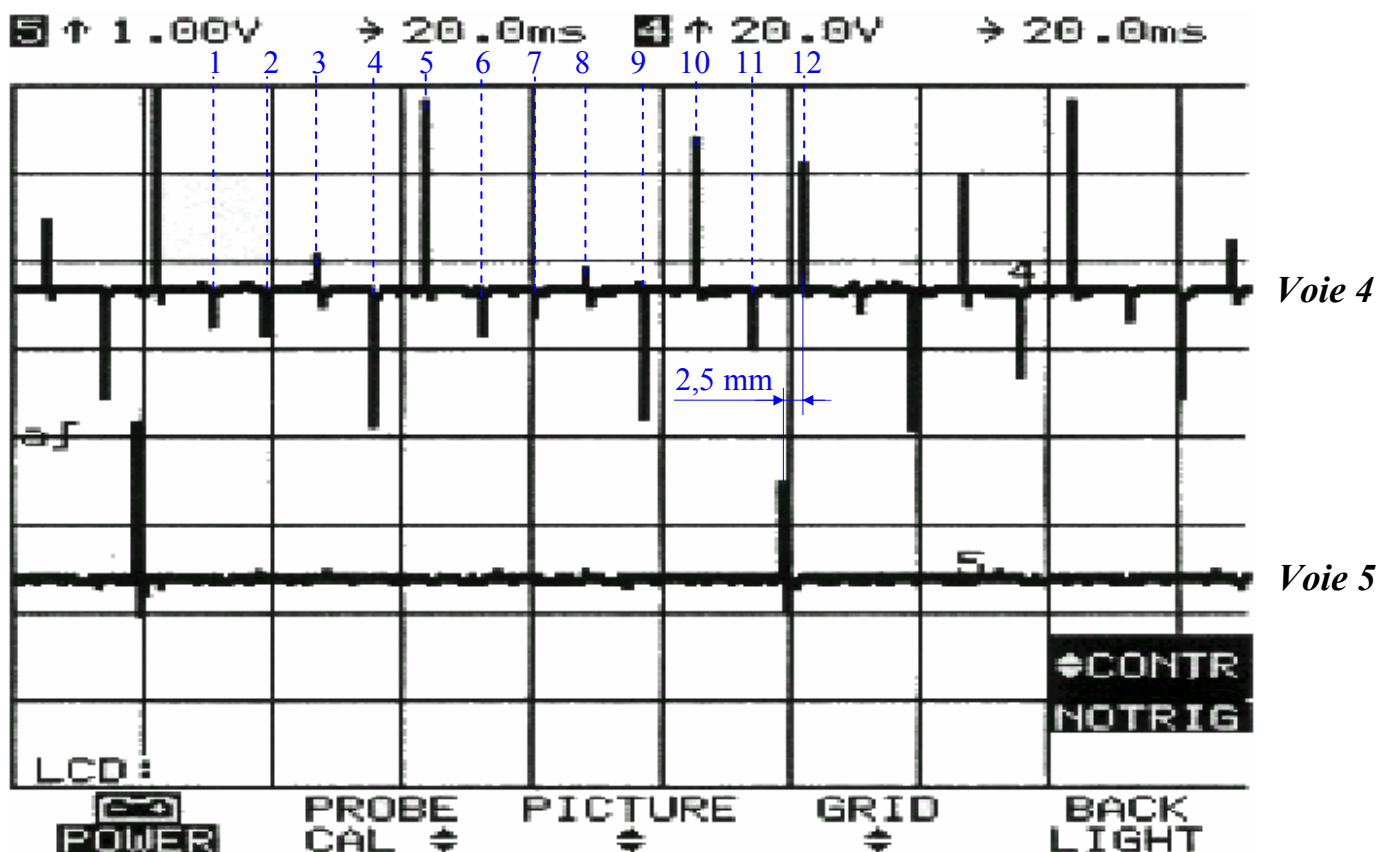
1.4 Le tableau 1 du document réponse DR 3/9 indique les conséquences sur le transfert des informations de certains dysfonctionnements d'un bus-CAN. En vous aidant du document DT 4/17, complétez le tableau 1 en indiquant le (ou les) numéro(s) du (ou des) défauts et en justifiant votre réponse.

Tableau 1

Numéro du défaut	Justifications, commentaires	Conséquences sur le transfert des informations
2	<i>Car $U_{canH} - U_{canL}$ est compris entre 0 et 5V mais Car U_{canH} (ligne intacte) compris entre 2,5 et 3,5 V.</i>	Les données peuvent être transmises par l'intermédiaire de la ligne intacte avec une différence de potentiel plus faible entre le 0 et le 1 logique.
1 ; 3 ; 4	<i>Car $U_{canH} - U_{canL}$ n'est pas compris entre 0 et 5V</i>	Les données ne peuvent pas être transmises. Toutes les unités centrales sont concernées.
5	<i>Car $U_{canH} - U_{canL}$ est toujours nulle</i>	

1.5 Des mesures réalisées avec un oscilloscope font apparaître l'écran du document technique DT 5/16. 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.



On peut compter 12 impulsions, sur la voie 4, en 5×20 ms correspondant à 2 tours du moteur.

$$\text{Donc } Nm = \frac{2 \times 60}{0,1} = 1200 \text{ tr/min} .$$

Entre les impulsions moteur et injecteur, on mesure un décalage d'environ 2,5 ms correspondant à une durée d'environ 3 ms ($2,5 \times 20 / 17$). Pour une fréquence de rotation de 1200 tr/min cela correspond à un décalage angulaire de $21,6^\circ$ et donc à une avance à l'injection de $21,6 + 8 = 29,6^\circ$.

1.6 Le circuit électrique du capteur de valeur sur pédale est décrit dans la zone B 127 du schéma électrique de connexion DT 6/16 (détail sur le document DT 5/16).

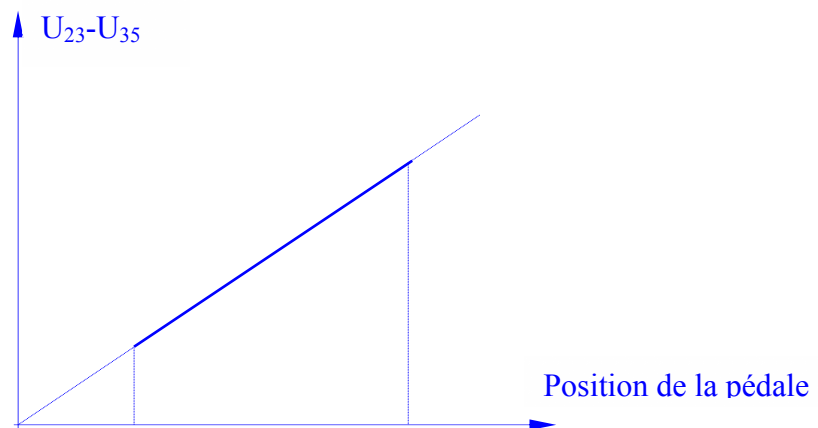
On demande :

- 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 (vous indiquerez précisément les grandeurs physiques sur les axes).

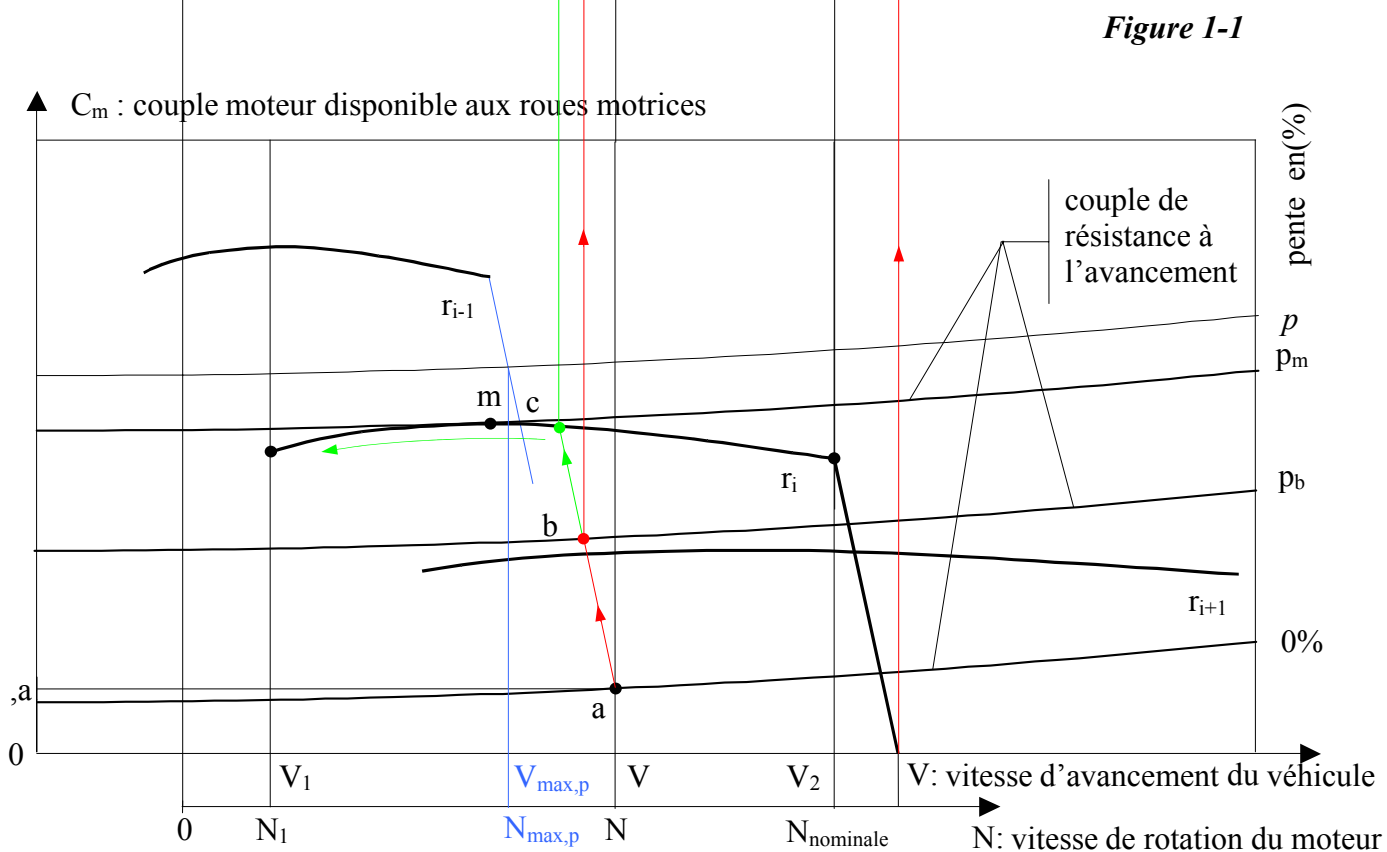
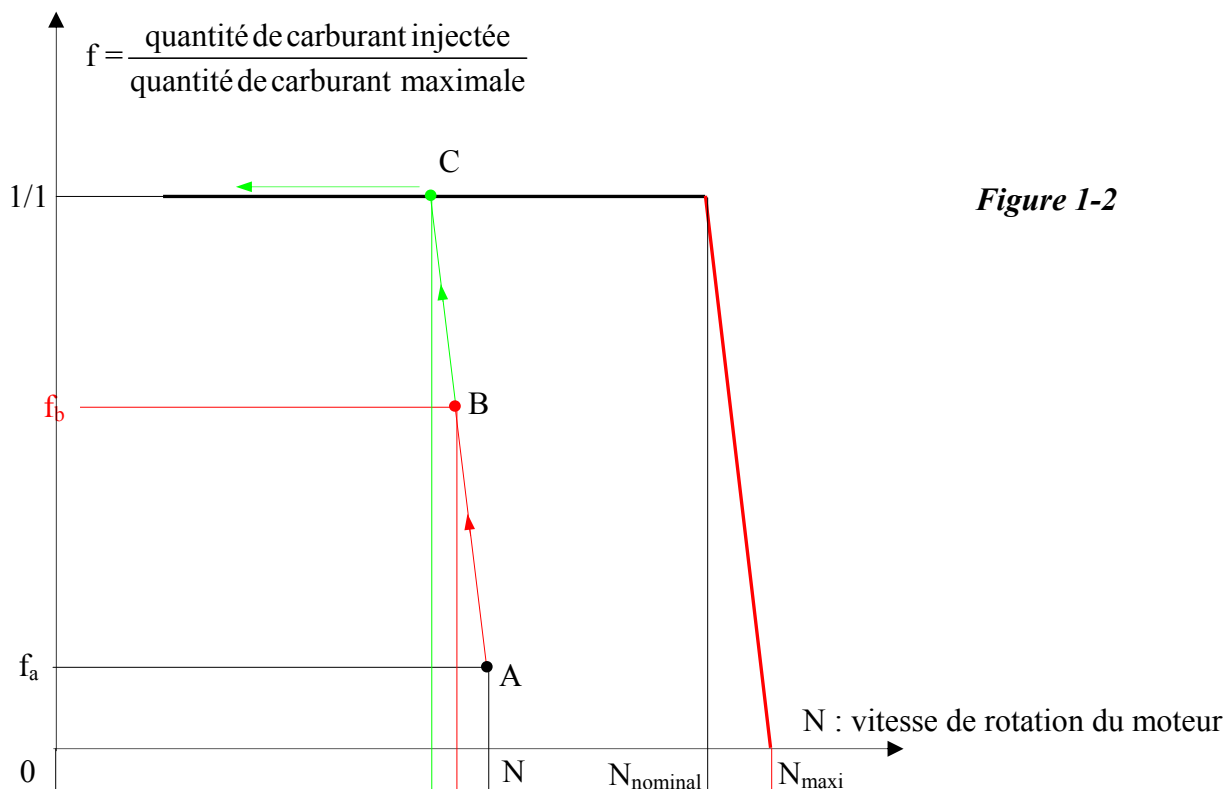
L'interrupteur supérieur est le capteur de Kick down utile au fonctionnement de la boîte de vitesse automatique.

L'interrupteur inférieur détecte la consigne de ralenti du conducteur.

La résistance R2 permet de limiter le courant lorsque le potentiomètre est en position 0 Ohm.



- 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.



La droite de régulation donnée sur la figure 1-1 permet de tracer celle de la figure 1-2. Le conducteur ne modifiant ni le rapport de transmission ni la position de la pédale d'accélérateur, c'est le dispositif de régulation de la pompe d'injection qui va agir. Lorsque le véhicule aborde la pente p_b , le point caractérisant le fonctionnement du véhicule (figure 1-2) se déplace sur une parallèle à la droite de régulation (statisme supposé constant) jusqu'en b. On en déduit la position du point B caractérisant le fonctionnement du moteur thermique (figure 1-1) et la quantité de carburant injectée dans ces nouvelles conditions de fonctionnement. La vitesse du véhicule ainsi que la fréquence de rotation du moteur thermique ont légèrement diminuées.

Lorsque le véhicule aborde la pente p , le point caractérisant le fonctionnement du véhicule (figure 1-2) se déplace à nouveau sur la parallèle à la droite de régulation (statisme constant) jusqu'en c point d'ordonnée maximum que l'on peut atteindre à partir de b sans modifier la position de la pédale d'accélérateur. On en déduit la position du point C caractérisant le fonctionnement du moteur thermique (figure 1-1) et la quantité de carburant injectée dans ces nouvelles conditions de fonctionnement, quantité qui est alors maximale ($f = 1$)

En c, le couple disponible aux roues motrices est inférieur au couple de résistance à l'avancement ($p > p_m$) : le véhicule ralentit et c, ainsi que C se déplacent vers la « gauche ».....la fréquence de rotation du moteur diminue.... jusqu'au calage si le conducteur n'intervient pas.

2.3 Le conducteur peut-il stabiliser la vitesse de son véhicule lorsqu'il se trouve sur la pente p ? Pourquoi ?

Les points caractéristiques du fonctionnement du véhicule, sur le parcours de pente p , ne sont accessibles que sur le rapport r_{i-1} . La vitesse du véhicule ne pourra pas être maintenue sur ce rapport de transmission car : $V_{max,p} < V$.

2.4 Quel composant, piloté par le calculateur EDC, détermine le début d'injection ? A quoi sert, dès lors, le dispositif d'avance à l'injection ?

L'électrovanne haute pression pilotant l'aiguille 4 (figure 7) conditionne le début d'injection.

Le dispositif d'avance permet à la pompe HP de toujours délivrer son débit aux environs du début d'injection. Il faudrait, en son absence, prévoir une course plus grande des pistons HP voire une alimentation HP continue.

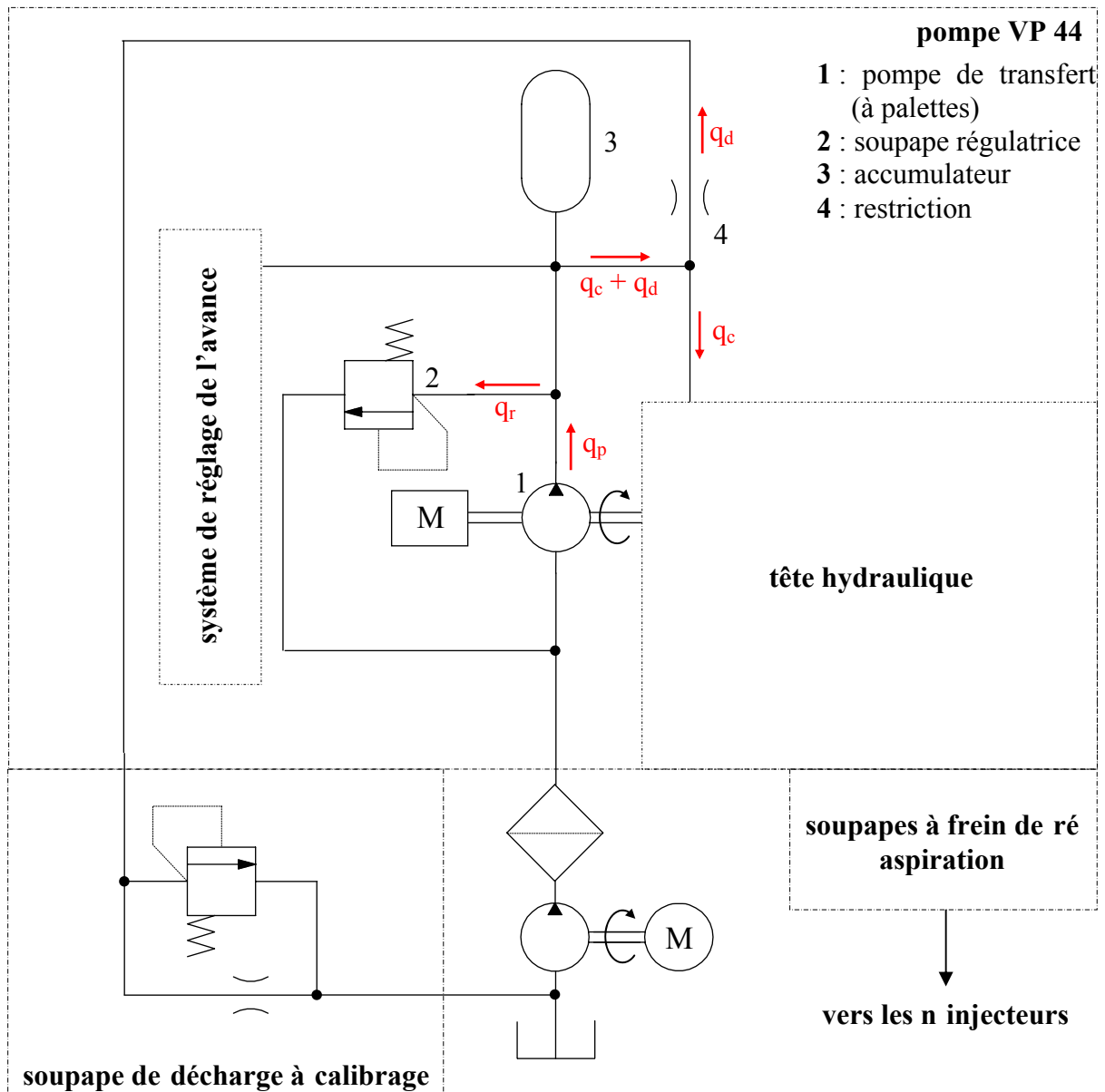
2.5 Sachant que le régime de rotation du moteur N_m varie de 800 tr/min à 2600 tr/min, déterminez la plage de variation du débit q_p de la pompe à palettes. On supposera pour la pompe à palettes un rendement volumétrique égal à 1.

Le débit de la pompe à palette est $q_p = C_{yl} \times \frac{N_m}{2}$. Donc, q_p varie entre 85,26 et 278,46 l/h

2.6 La consommation maximale q_c du moteur varie entre deux valeurs, l'une correspondant au régime de ralenti et l'autre au régime nominal. Que peut-on dire de ces valeurs par rapport à q_p ?

La part consommée q_c , dans le cas le plus défavorable (pleine charge) reste faible par rapport au débit q_p sortant de la pompe.

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 la soupape régulatrice. Quelle relation peut-on écrire entre ces différents débits ?



On peut écrire que $q_p = q_c + q_d + q_r$.

Comme q_c est faible, alors $q_p \approx q_d + q_r$. Le débit q_d étant constant, on en déduit que la variation de q_r est égale à celle de q_p . q_r est donc proportionnel au régime moteur.

2.8 Grâce au lois de la mécanique et aux hypothèses que vous jugerez raisonnable de faire, montrez que la différence de pression ($p_t - p_a$) de part et d'autre du piston de la soupape régulatrice est $\Delta p = \frac{k \cdot (\Delta x_0 + \lambda)}{S}$.

Isolons le piston. Les forces extérieures selon l'axe du piston, si on néglige les frottements, se limitent à l'action du ressort et aux forces de pression sur le piston.

A l'équilibre, le théorème de la résultante statique en projection sur l'axe du piston s'écrit :

$$k \cdot (\Delta x_0 + \lambda) + p_a \cdot S - p_t \cdot S = 0$$

$$\text{autrement dit, } k \cdot (\Delta x_0 + \lambda) = p_t \cdot S - p_a \cdot S$$

$$\text{et comme } p_t - p_a = \Delta p$$

$$\text{on a finalement, } \Delta p = \frac{k \cdot (\Delta x_0 + \lambda)}{S}$$

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 $c = \left(\frac{2 \cdot \Delta p}{\xi \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{2}}$

Les sections de passage $s(\lambda)$ de la soupape régulatrice sont des restrictions pour l'écoulement du gazole. A la traversée de ces orifices, la chute de pression, ou perte de charge singulière s'écrit, en négligeant les variations des énergies potentielle et cinétique :

$$(p_a - p_v) / \rho = -1/2 \cdot \xi \cdot c^2, \text{ } c \text{ étant la vitesse d'écoulement du gazole dans une section } s(\lambda)$$

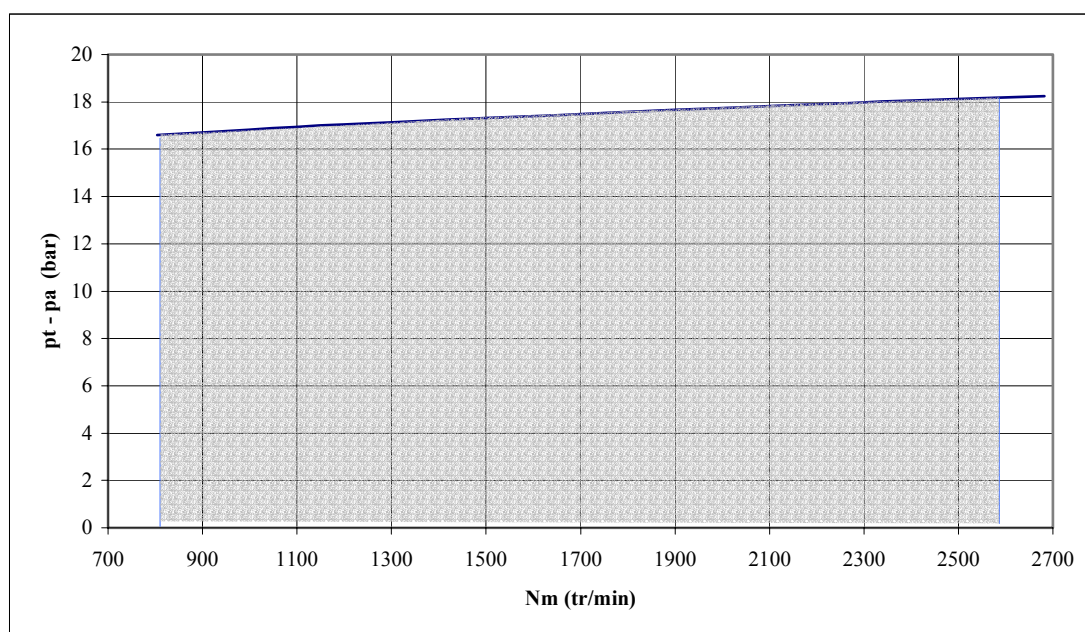
$$\text{et donc, } c = \left(\frac{2 \cdot \Delta p}{\xi \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{2}}$$

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 Nm. On fera l'hypothèse $q_r \approx q_p$

Tableau 2

λ (en m)	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,85 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$
$s(\lambda)$ (en m^2)	$1,18 \cdot 10^{-7}$	$1,73 \cdot 10^{-7}$	$2,35 \cdot 10^{-7}$	$3,03 \cdot 10^{-7}$	$3,75 \cdot 10^{-7}$
Δp (en bar)	16,6	17,04	17,44	17,85	18,25
c (en m/s)	50,77	51,4	52,00	52,6	53,2
q_r (en l/min)	1,43	2,14	2,94	3,82	4,78
Nm (en tr/min)	804	1199	1646,2	2141,8	2682,2

Figure 2



2.11 La pression p_u est élaborée par l'électrovanne du variateur d'avance, à partir de p_t . Indiquez, sur la figure 2 du document DR 6/9 la zone du plan correspondant aux valeurs que peut prendre la pression $p_u - p_a$

Toutes les valeurs que peut prendre la pression $p_u - p_a$ sont celles de la zone en gris.

2.12 Quels sont alors les avantages que procure une zone de pression utile p_u ? Argumentez.

L'existence d'une surface, à l'intérieur de laquelle p_u varie, permet d'asservir l'avance à d'autres paramètres que simplement le régime moteur (en particulier la « charge »).

2.13 Pouvez-vous citer un système existant permettant de se passer de l'ensemble du dispositif de réglage de l'avance ?

Pour se passer du dispositif d'avance, il faudrait disposer d'une alimentation HP continue comme dans le cas du « common rail ».

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.

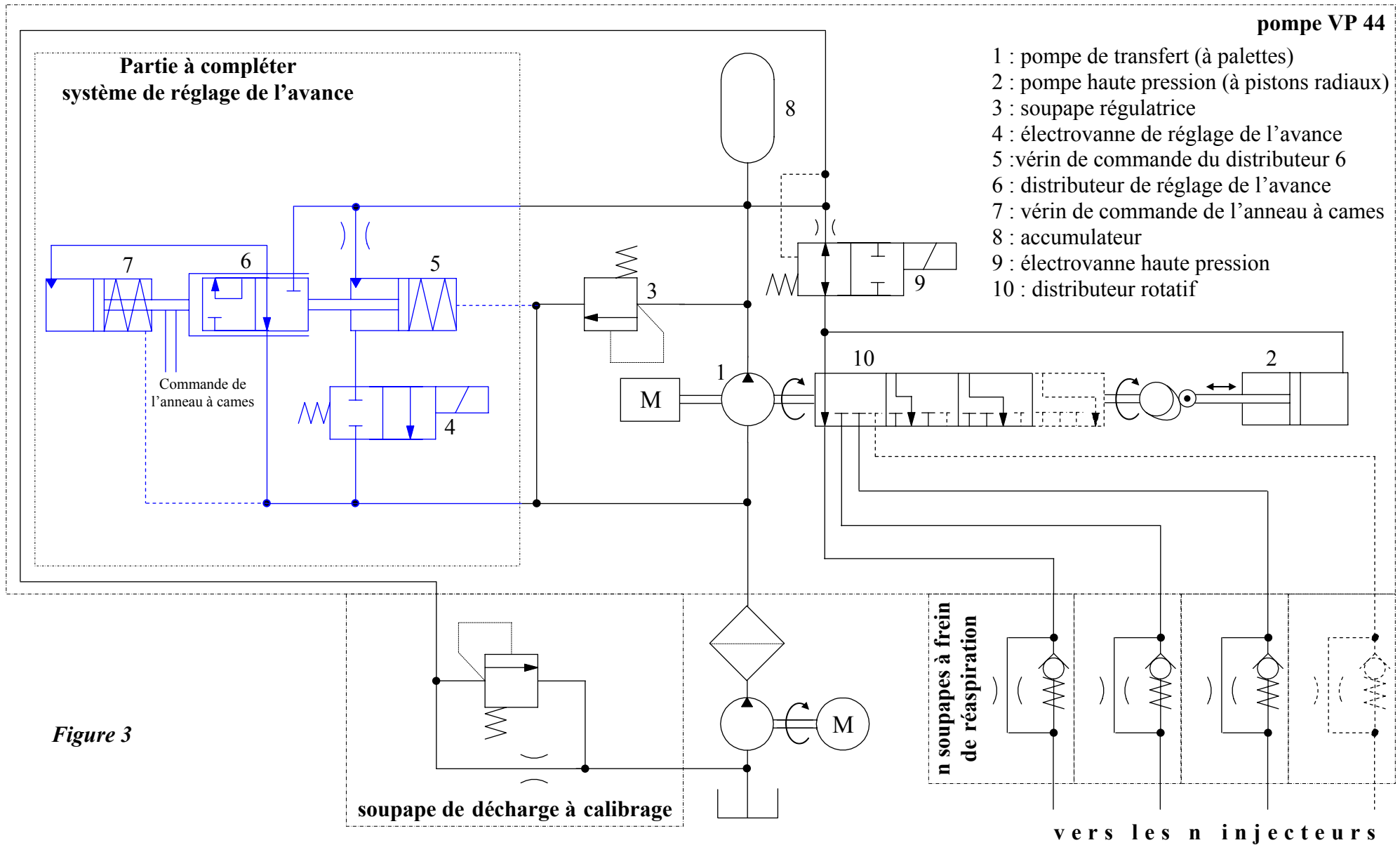


Figure 3

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 ?

Le moteur consomme 42 l/h à pleine charge et à 2600 tr/min. Cela équivaut à 0,090 cm³/coup.

Le moteur consomme 12 l/h à pleine charge et à 800 tr/min. Cela équivaut à 0,083 cm³/coup.

Ce volume est engendré par la course des trois pistons HP : elle est donc égale à 0,6 mm.

La hauteur des cames est de 4mm : la course maximale est donc nettement supérieure à celle précédemment calculée.

2.16 Les deux courses ci-dessus sont différentes. Justifiez cette différence.

Cette différence permettrait d'alimenter des moteurs de cylindrées plus importantes.

Cette différence constitue une marge de sécurité pour la génération du débit HP. Son absence imposerait des calages (début débit HP / début injection, ...) inutilement précis.

Par ailleurs, la compressibilité du gazole sous haute pression n'est plus négligeable. Elle suppose, pour être compensée, une course supplémentaire au cours de l'injection.

2.17 Quel est le composant qui permet de réaliser l'arrêt du moteur ?

C'est l'électrovanne haute pression

3.1 Complétez le tableau des valeurs du document réponse DR 8/9.

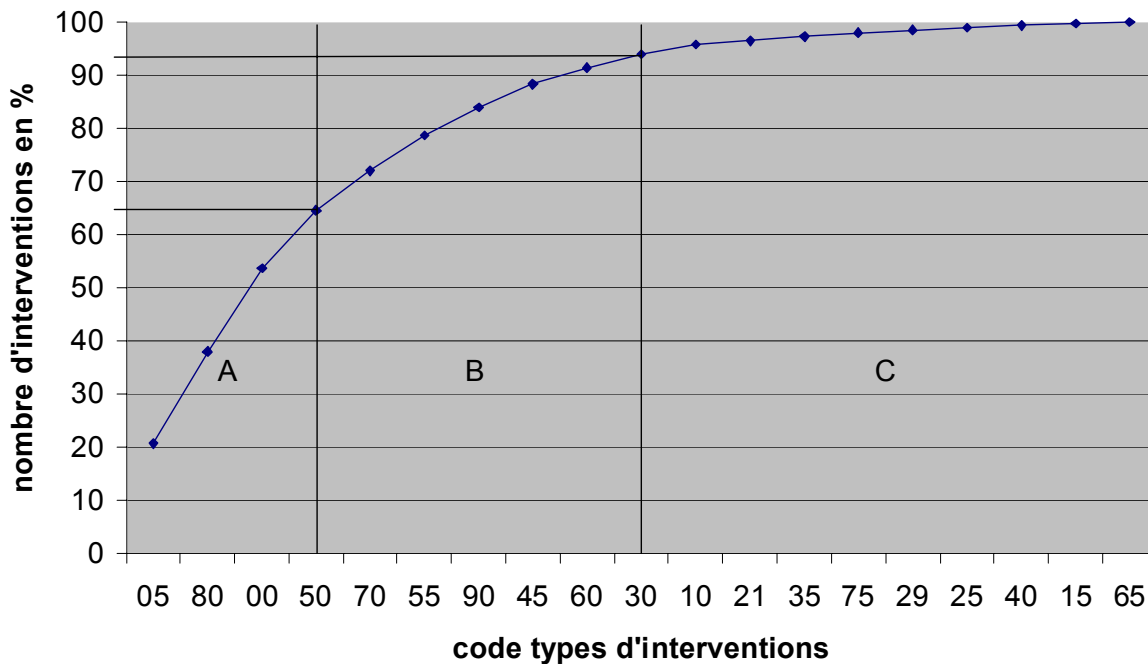
TABLEAU DES VALEURS GRAPHE DE PARETO

type d'intervention		nombre d'interventions	ordre décroissant	pourcentage
désignation	code			
vidange - graissage	00	530	3	15.63
pneumatiques	05	720	1	21.24
moteur accessoires	10	63	11	1.85
moteur organes	15	12	18	0.35
embrayage et commande	21	26	12	0.77
transmission B.V. pont et réducteur	25	16	16	0.47
ralentisseur	29	17	15	0.50
suspension	30	82	10	2.42
essieu directionnel et direction	35	25	13	0.74
châssis et accessoires	40	13	17	0.38
équipements hayons, grues et divers	45	147	8	4.34
freinage mécanique	50	380	4	11.21
freinage commande	55	230	6	6.79
carrosserie accessoires et divers	60	107	9	3.16
carrosserie cabine	65	11	19	0.32
électricité signalisation éclairage et accessoires	70	240	5	7.08
électricité électronique embarquée	75	25	13	7.38
visite technique préparation	80	570	2	16.82
divers ou non répertoriés	90	175	7	5.16
TOTAL		3389		100%

rang	code type d'intervention	nombre d'interventions	nombre d'interventions cumulé	pourcentage cumulé
1er	05	720	720	21.24
2	80	570	1290	38.06
3	00	530	1820	53.7
4	50	380	2200	64.91
5	70	240	2440	72
6	55	230	2670	78.78
7	90	175	2845	83.95
8	45	147	2992	88.29
9	60	107	3099	91.44
10	30	82	3181	93.86
11	10	63	3244	95.72
12	21	26	3270	96.49
13	35 ou 75	25	3295	97.23
14	75 ou 35	25	3320	97.96
15	29	17	3337	98.46
16	25	16	3353	98.94
17	40	13	3366	99.32
18	15	12	3378	99.67
19	65	11	3389	100

- 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 »

graphe de PARETO



3.4 Commentez, sur le document réponse DR 9/9, le tracé obtenu.

Le tracé obtenu est proche du « modèle » de PARETO.

En effet, 20% des éléments les plus importants représentent 65% du critère. Les 30% suivants représentent 29% du critère et les 50% des éléments restants ne représentent que 7% du critère.

Les types d'interventions les plus représentatifs sont les « pneumatiques », « visite technique préparation », « vidange graissage » et « freinage mécanique ».

Le fait d'agir en priorité sur ces types d'interventions permettra de « résoudre » 65% du problème, celui de la réduction du nombre d'interventions.

3.5 Classez les 4 types d'interventions les plus représentatifs de PARETO, en tenant compte du temps passé.

- | | | |
|------------------|---|-------------------------------------|
| 1 ^{er} | code 05 => pneumatiques | (représente 2880 heures de travail) |
| 2 ^{ème} | code 80 => visite technique préparation | (représente 2565 heures de travail) |
| 3 ^{ème} | code 50 => freinage mécanique | (représente 2280 heures de travail) |
| 4 ^{ème} | code 00 => vidange graissage | (représente 1590 heures de travail) |

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).

- qualité des interventions,
- formation ou information des conducteurs,
- aménagement de l'atelier « réparation freins »
- moyens matériels ou outils pour la réparation des freins,
- formation des mécaniciens.
- qualité des pièces détachées,
- choix des systèmes de freins des futurs véhicules,
- « ergonomie » du poste de travail,