

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES VÉHICULES

Option A : Voitures particulières
Option B : Véhicules de transport routier
Option C : Motocycles

E4 – ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES

SESSION 2022

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.
Aucun document n'est autorisé.

Ce sujet se compose de 3 dossiers :

Dossier technique : DT 1/11 à DT 11/11
Dossier questions : DQ 1/13 à DQ 13/13
Dossier réponses : DR 1/8 à DR 8/8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le dossier réponses est à compléter et à joindre impérativement à la copie.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page de garde

DOSSIER TECHNIQUE

Les différentes parties du sujet sont indépendantes, mais il est préférable de suivre la progression proposée.

Dans le dossier sujet, chaque encadré de question précise où le candidat doit répondre (feuille de copie ou dossier réponses DR).

Le dossier réponses est à compléter et à joindre aux feuilles de copie.

Barème / 200 points

Ce sujet porte sur :

DS 7 CROSSBACK moteur EP Cylindrée 1600 cm³ INJECTION EP6FDT M 120KW



**MOTEUR EP6FDTM, EP6FDTMD ET EP8FDT puissance maxi à 6000tr/min 120kw
(système d'injection Bosch MED 17.4.4)**

Ce moteur développé par PSA fait partie de la famille des moteurs EP :

- Moteur 4 cylindres 16 soupapes avec double arbres à cames en tête
- Injection directe essence suralimentée par un turbocompresseur à géométrie fixe avec turbine à double entrée (TWIN SCROLL)

Il est constitué principalement des éléments suivants :

- Boîtier papillon motorisé
- Électrovanne de régulation de pression turbocompresseur
- Allumage statique avec une bobine d'allumage par cylindre (type crayon)
- Pompe à eau électrique de refroidissement du turbocompresseur
- Pompe haute pression de carburant incluant une électrovanne de régulation
- Rampe d'injection commune haute pression carburant avec capteur haute pression carburant
- Déphaseur d'arbre à cames d'admission
- Capteur de référence cylindre d'arbre à cames d'admission
- Sonde à oxygène amont et une sonde à oxygène aval
- Thermostat piloté avec capteur de température d'eau moteur intégré
- Alternateur piloté
- Pompe à huile pilotée en pression
- Pompe à eau débrayable
- Pompe à vide

SYNOPTIQUE : SYSTÈME D'INJECTION BOSCH MED 17.4.

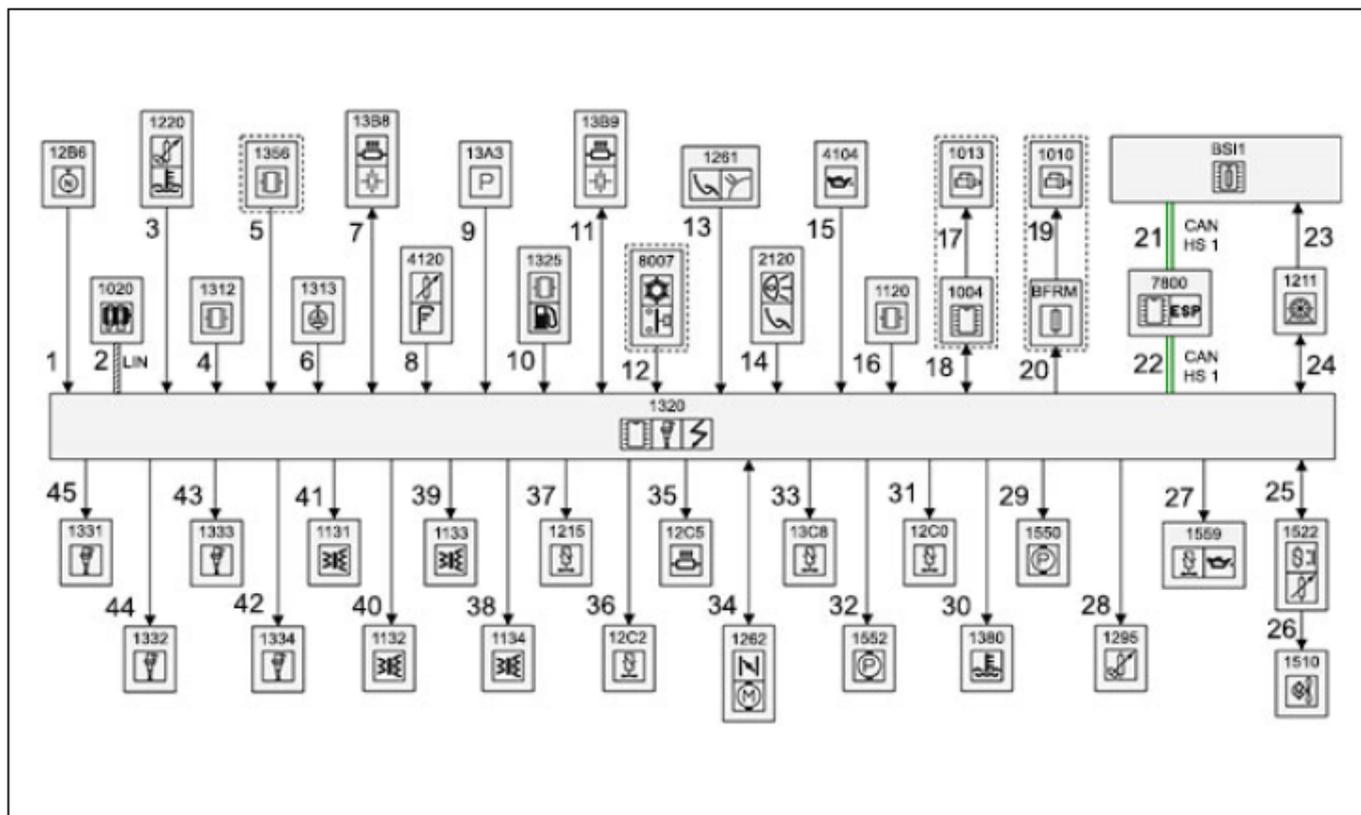


Tableau de désignation des éléments

Élément	Désignation	Élément	Désignation
BFRM (*)	Boîtier fusibles relais moteur	1313	Capteur de régime moteur
BSI	Boîtier de servitude intelligent	1320	Calculateur contrôle moteur
1004 (*)	Boîtier d'interface de commande démarreur	1325	Capteur haute pression carburant
1010 (*)	Démarreur	1331 à 1334	Injecteurs cylindre 1 à 4
1013 (*)	Démarreur	1356 (*)	Capteur de dépression du circuit de freinage
1020	Alternateur	1380	Thermostat piloté
1131 à 1134	Bobine d'allumage 1 à 4	1510	Groupe motoventilateur
12B6	Capteur de position d'arbre à cames d'admission	1522	Boîtier électrique de commande du groupe motoventilateur bivitesse
12C0	Électrovanne proportionnelle de régulation de pression du turbo	1550	Pompe à eau de refroidissement du turbocompresseur
12C2	Électrovanne proportionnelle de déphasage d'arbre à cames d'admission	1552	Pompe à eau débrayable
12C5	Réchauffeur 1 du circuit de recyclage des vapeurs d'huile	1559	Électrovanne de pompe à huile
1211	Ensemble pompe-jauge à carburant	2120	Contacteur bifonction de frein
1215	Électrovanne de purge canister	4104	Capteur de pression d'huile moteur

1220	Capteur de température d'eau moteur	4120	Capteur de niveau d'huile moteur
1261	Capteur de position de la pédale d'accélérateur	7800	Calculateur de contrôle dynamique de stabilité
1262	Boîtier papillon motorisé	8007 (*)	Capteur de pression de fluide réfrigérant
1295	Électrovanne de purge canister		
13A3	Capteur de pression et de température d'air d'admission		
13B8	Sonde à oxygène ON/OFF aval		
13B9	Sonde à oxygène ON/OFF amont		
13C8	Régulateur haute pression carburant		
1312	Capteur de pression d'air d'admission	(*)	Selon version

Description des échanges d'informations

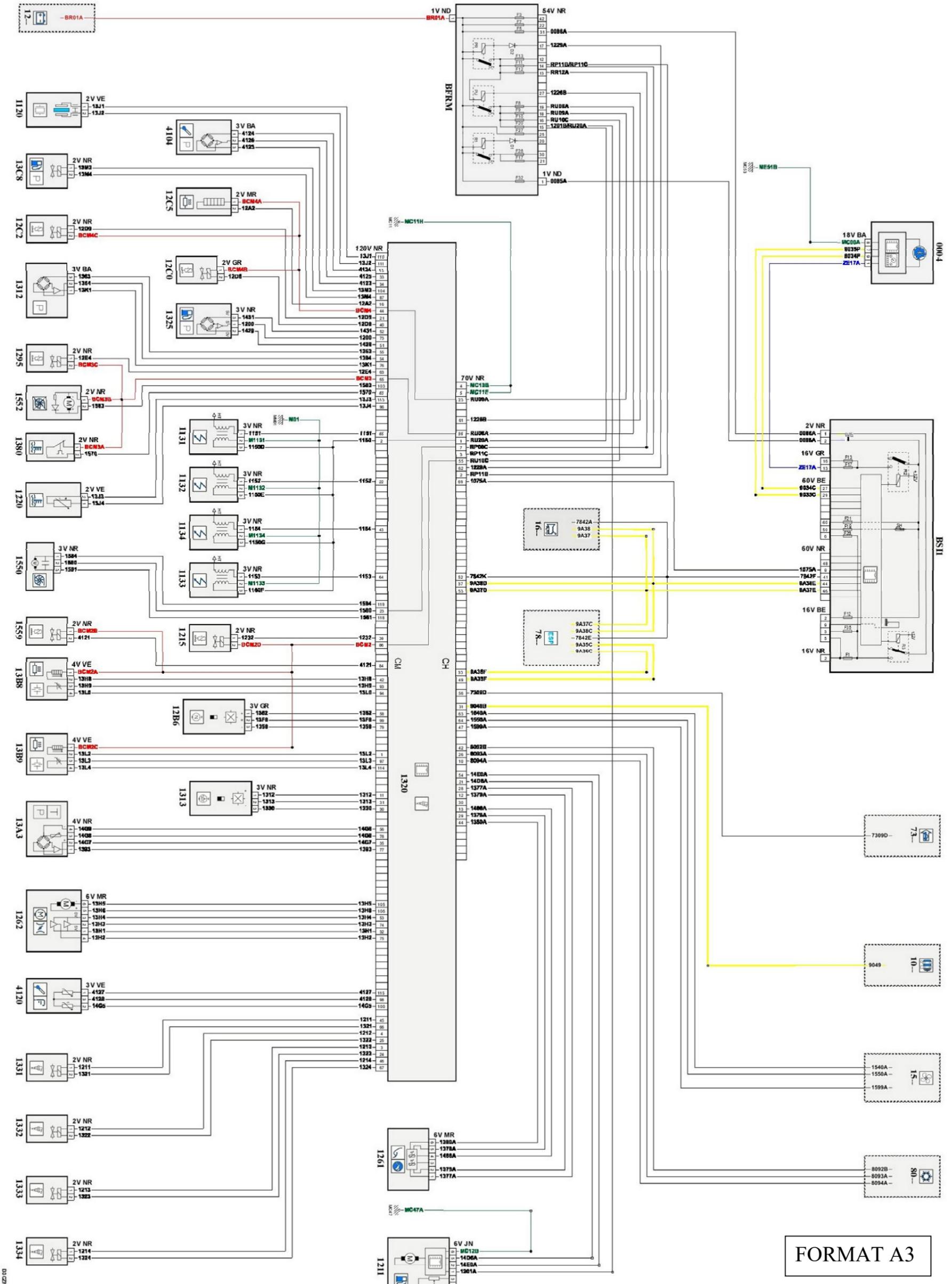
N° de liaison	Signal	Nature du signal
1	Information de position de l'arbre à cames	Filaire
2	Commande de l'alternateur piloté Information du type d'alternateur piloté Information de défaut de l'alternateur piloté	LIN
3 (*)	Information de température d'eau pilotée	Filaire
4	Information du capteur de pression d'air d'admission en entrée moteur	Filaire
5 (*)	Information de dépression du circuit de freinage	Filaire
6	Information du régime moteur	Filaire
7	Information sur la teneur en oxygène des gaz d'échappement aval Commande de chauffage de la sonde à oxygène ON/OFF aval	Filaire
8	Information du capteur de niveau d'huile moteur	Filaire
9	Information du capteur de pression et de température d'air d'admission	Filaire
10	Information de pression de carburant dans la rampe d'injection commune haute pression de carburant	Filaire
11	Information sur la teneur en oxygène des gaz d'échappement amont Commande de chauffage de la sonde à oxygène ON/OFF amont	Filaire
12 (*)	Information du capteur de pression du circuit de réfrigération	Filaire
13	Information de position de la pédale d'accélérateur	Filaire
14	Information d'état du contacteur bifonction de frein	Filaire
15	Information du capteur de pression d'huile moteur	Filaire
16	Information sur le bruit de combustion	Filaire
17 (*)	Commande du démarreur (Fonction Stop and Start)	Filaire
18 (*)	Demande de démarrage / Redémarrage	Filaire
19 (*)	Commande du solénoïde du démarreur	Filaire
20 (*)	Commande de démarrage moteur	Filaire
21	Information de défaut du calculateur contrôle moteur Information de régime moteur État moteur tournant Consigne d'activation / Désactivation de l'alternateur Information de niveau de carburant	CAN HS1

22	Information de défaut du calculateur contrôle moteur Information de régime moteur État moteur tournant Consigne d'activation / désactivation de l'alternateur Information de niveau de carburant	CAN HS1
23	Information de niveau de carburant	Filaire
24	État de la pompe à carburant Commande de la pompe à carburant	Filaire
25	Commande du groupe motoventilateur Information de diagnostic du groupe motoventilateur	Filaire
26	Commande du groupe motoventilateur	Filaire
27	Commande de l'électrovanne de pompe à huile	Filaire
28	Commande de l'électrovanne de décharge turbine	Filaire
29	Commande de la pompe à eau de refroidissement du turbocompresseur	Filaire
30	Commande du thermostat piloté	Filaire
31	Commande de l'électrovanne proportionnelle de régulation de pression du turbocompresseur	Filaire
32	Commande de la pompe à eau débrayable	Filaire
33	Commande du régulateur haute pression carburant	Filaire
34	Information du capteur de position du boîtier papillon motorisé Commande du boîtier papillon motorisé	Filaire
35	Commande de la résistance de chauffage de réaspiration des vapeurs d'huile	Filaire
36	Commande de l'électrovanne proportionnelle de déphasage de l'arbre à cames d'admission	Filaire
37	Commande de l'électrovanne de purge canister	Filaire
De 38 à 41	Commande de la bobine d'allumage du cylindre n°4 à n°1	Filaire
De 42 à 45	Commande de l'injecteur essence du cylindre n°4 à n°1	Filaire
(*)	Selon version	

NB : Le constructeur utilise le terme de filaire pour un signal analogique.

véhicule : DS7 CROSSBACK (X74)		numéro de VIN : VR1J45GYZHY147595 / OPR : 14940	
domaine	groupe motopropulseur	fonction	injection électronique
composant :			

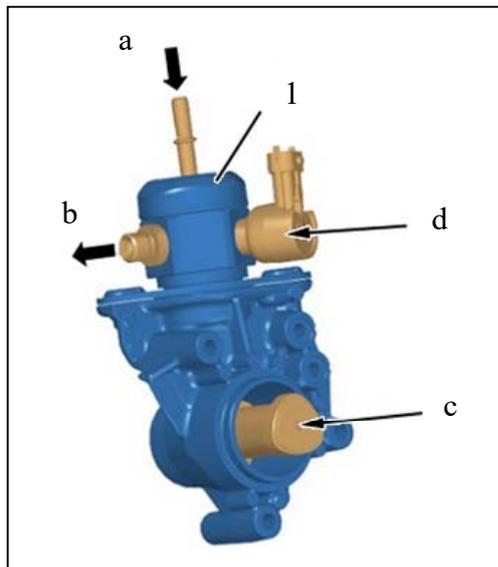
principe



FORMAT A3

DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT : POMPE HAUTE PRESSION DE CARBURANT

1 - Description



- Pompe haute pression carburant (1).
- "a" Entrée basse pression carburant.
- "b" Sortie haute pression carburant.
- "c" Pignon d'entraînement de la pompe haute pression carburant.
- "d" Vanne de régulation de débit carburant.

2 - Rôle

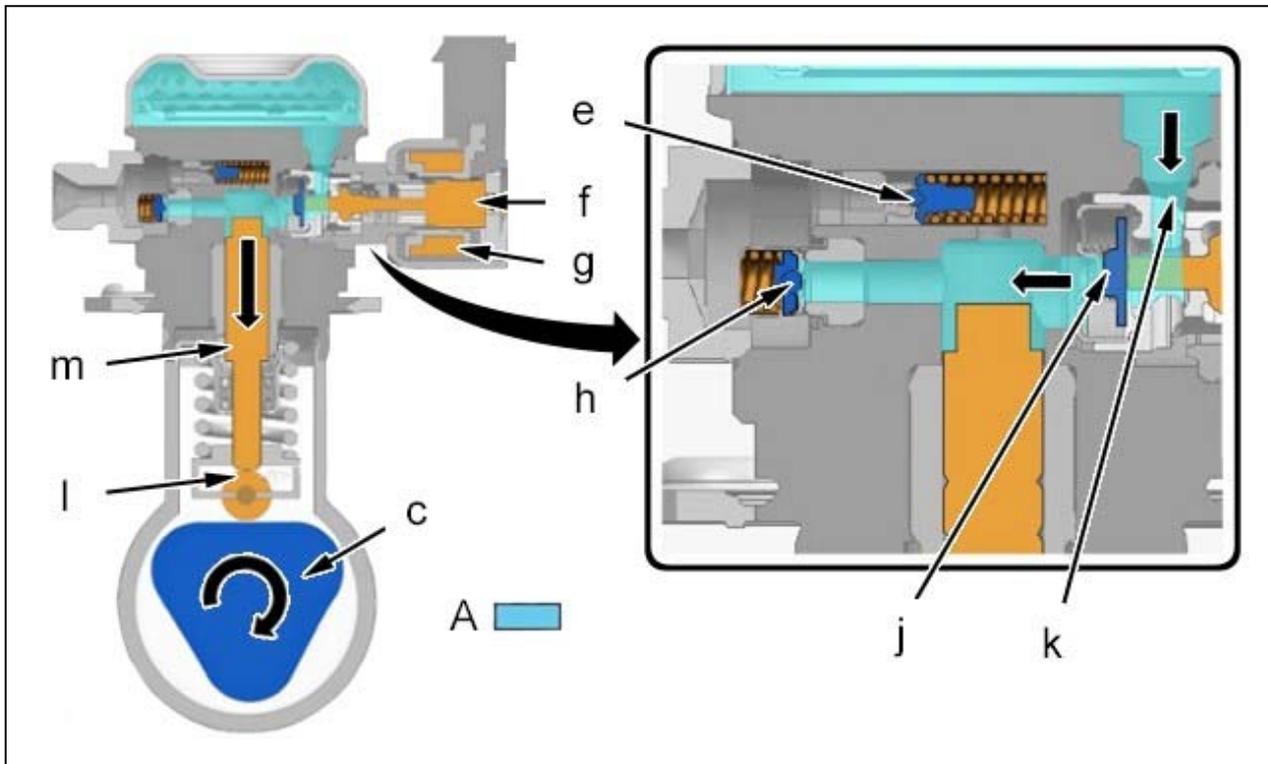
Rôle de la pompe haute pression carburant :

- Fournir un débit de carburant sous haute pression régulée aux injecteurs.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : ML4ASCP	Page DT6 sur 11

3 – Fonctionnement

Phase d'aspiration :



- "A" : Basse pression carburant
- "c" : pignon d'entraînement de la pompe haute pression carburant
- "e" : clapet de surpression
- "f" : noyau plongeur
- "g" : électroaimant
- "h" : clapet de sortie
- "j" : clapet d'admission de carburant
- "k" : admission de carburant
- "l" : galet
- "m" : piston plongeur

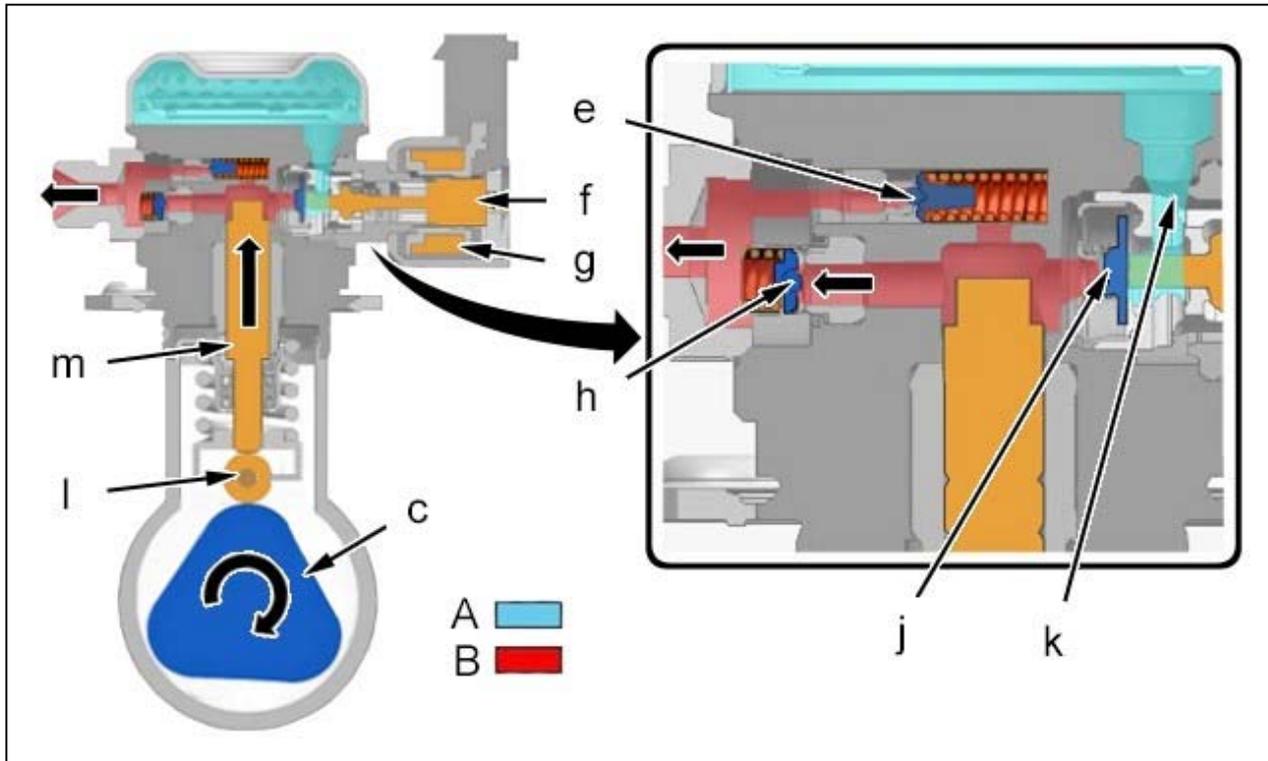
Le galet "l" rencontre le profil plat du pignon d'entraînement de la pompe haute pression carburant "c".

Le piston plongeur "m" descend : La pression dans la pompe haute pression carburant diminue.

L'électroaimant "g" crée un déplacement du noyau plongeur "f".

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : ML4ASCP	Page DT7 sur 11

Phase de compression :



- "A" : Basse pression carburant
- "B" : Haute pression carburant
- "c" : pignon d'entraînement de la pompe haute pression carburant
- "e" : clapet de surpression
- "f" : Noyau plongeur
- "g" : électroaimant
- "h" : clapet de sortie
- "j" : clapet d'admission de carburant
- "k" : admission de carburant
- "l" : galet
- "m" : piston plongeur

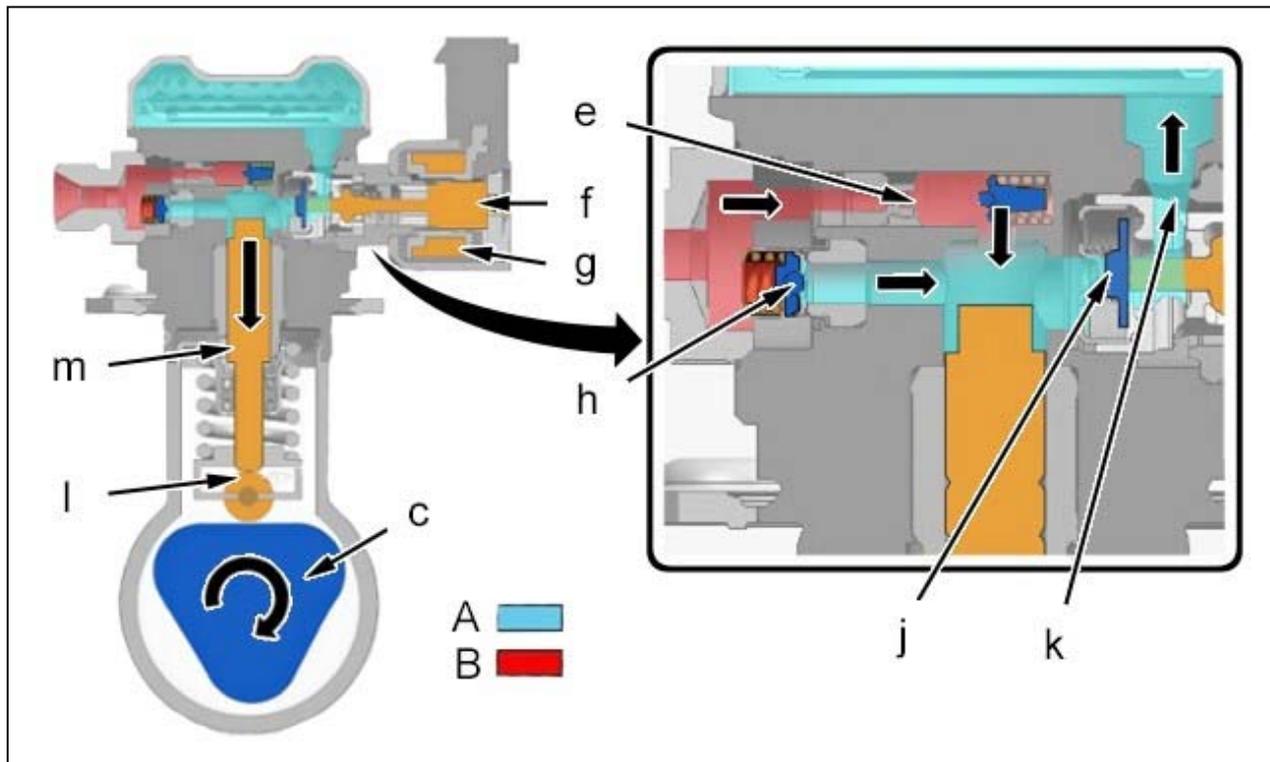
Le galet "l" rencontre le profil d'attaque du pignon d'entraînement "c" de la pompe haute pression carburant : la pression augmente subitement dans la pompe haute pression carburant.

La pression dans le corps de l'élément de pompage devient supérieure à la pression d'entrée du carburant : le clapet d'admission de carburant "j" se referme.

La pression augmente jusqu'à l'ouverture du clapet de sortie "h".

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : ML4ASCP	Page DT8 sur 11

Phase de refoulement avec surpression :



Le galet "l" peut être sur le profil plat ou sur le profil d'attaque du pignon d'entraînement "c" de la pompe haute pression carburant.

Le piston plongeur "m" descend ou bien monte selon la position du pignon d'entraînement "c" de la pompe haute pression carburant : l'électrovanne de pilotage "g" n'est pas alimenté et la tige "f" reste en position repos.

Le clapet de surpression "e" s'ouvre avec la pression dans la pompe haute pression carburant.

Le clapet d'admission carburant "j" reste ouvert et le carburant est refoulé par la valve d'aspiration "k".

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : ML4ASCP	Page DT9 sur 11

PARTICULARITÉS DE FONCTIONNEMENT CONCERNANT LES INFORMATIONS DE CONSOMMATION ET L'AUTONOMIE

1 - Présentation

Les particularités du système correspondent à un fonctionnement normal et conforme à la définition du véhicule. L'utilisateur peut percevoir certaines particularités du véhicule comme des dysfonctionnements.

NOTA : Le remplacement de pièces ne résout pas le problème car la perception de l'utilisateur reste la même.

2 - Particularités de fonctionnement

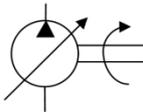
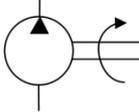
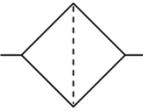
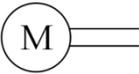
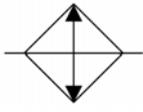
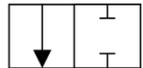
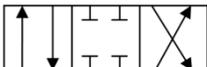
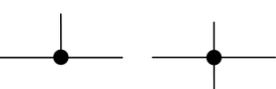
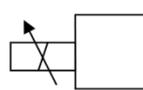
Ce document donne quelques explications à fournir au client pour lui permettre de maîtriser la consommation de carburant de son véhicule alors qu'il n'existe pas de dysfonctionnements sur celui-ci. Ces préconisations simples concernent l'utilisation, l'entretien et la façon de conduire le véhicule.

- 2.1. Être toujours sur le bon rapport de boîte de vitesses**
- 2.2. Rouler sans agressivité et à vitesse modérée**
- 2.3. Ne pas surcharger le véhicule**
- 2.4. Contrôler régulièrement la pression des pneumatiques**
- 2.5. Entretien régulièrement le véhicule**
- 2.6. Planifier ses trajets**
- 2.7. Rouler pour favoriser la montée en température du moteur**
- 2.8. Rouler les vitres fermées**
- 2.9. Consommateurs électriques**
- 2.10. Utiliser l'ordinateur de bord**
- 2.11. Rodage**
- 2.12. Divers**

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : ML4ASCP	Page DT10 sur 11

SCHÉMAS HYDRAULIQUES NORMALISÉS

Extraits de la norme ISO 1219-1 et 1219-2 :

	Pompe hydraulique à cylindrée variable à un seul sens de flux et à un seul sens de rotation		Source de pression hydraulique
	Pompe hydraulique à cylindrée fixe à un seul sens de flux et à un seul sens de rotation		Filtre, crépine
	Moteur électrique		Refroidisseur
	Moteur thermique		Limiteur de débit réglable
	Conduite de travail, de retour, d'alimentation		Distributeur 2 orifices et 2 positions
	Conduite de pilotage, de fuite, de purge...		Distributeur 4 orifices et 3 positions
	Croisement de conduites		Les positions intermédiaires de passage correspondant à des degrés variables d'étranglement d'écoulement sont représentées par deux traits parallèles
	Raccordement de conduites		Commande mécanique par ressort
	Sens d'un flux hydraulique		Commande électrique par électro-aimant à un enroulement
	Réservoir		Commande électrique proportionnelle par électro-aimant à un enroulement

DOSSIER QUESTIONS

Problématique de maintenance :

Le client propriétaire d'une Citroën DS7 (équipée d'un moteur EP6, achetée d'occasion le 12 avril 2021 à un agent représentant de la marque et totalisant le jour de l'achat 153 228 kms) se présente à votre concession et énonce une surconsommation de carburant avec des accélérations insuffisantes du véhicule. Le client n'a aucune trace des opérations de maintenance du véhicule effectuées avant la date d'achat. On vous propose ici une étude en 5 parties afin de mener une analyse et un contrôle de performances.

Partie 1 : Détermination de la consommation du véhicule, contrôles préliminaires et interrogation des calculateurs (environ 12% de la note)

Partie 2 : État du véhicule et influence sur la consommation (environ 36% de la note)

Partie 3 : Étude du circuit de carburant (environ 15% de la note)

Partie 4 : Influence du carburant sur les consommations et le comportement du Véhicule (environ 29 % de la note)

Partie 5 : Conclusion et conseil d'utilisation pour une conduite écoresponsable (environ 8% de la note)



BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DQ1 sur 13

Partie 1 : Détermination de la consommation du véhicule, contrôles préliminaires et interrogation des calculateurs

L'objectif de cette partie est de vérifier les dires du demandeur.

Un prélèvement du carburant présent dans le réservoir a été effectué, en vue d'une analyse future. Le plein du véhicule est effectué avec du SP95, en présence d'un expert saisi par le client, des scellés sont posés sur le bouchon du réservoir ainsi que sur le circuit de carburant. Le kilométrage relevé est de 161 754 kms.

Au bout de cinq jours d'utilisation, les scellés sont enlevés et le plein effectué au même niveau soit 28,9 litres rajoutés. Le kilométrage relevé à cette occasion est de 162 078 kms.

Question 1-1 :	Déterminer la consommation moyenne du véhicule en litres pour 100 km.
Feuille de copie	

L'interrogation des calculateurs a été effectuée à l'aide de la valise diagnostic, il apparaît des défauts sur le circuit d'alimentation.

Question 1-2 :	À partir des données du constructeur, compléter dans les zones grisées la liste des éléments connectés au calculateur d'injection.
DR1 DT synoptique	

Question 1-3 :	Compléter les numéros de bornes manquantes (en gris) sur le schéma et donner le nom de l'élément (cadre gris).
DR2	

La désignation des fils est la suivante :

14G7 : Alimentation du capteur de pression et de température d'air d'admission

1393 : Signal de pression d'air d'admission

14G8 : Signal du capteur de température d'air d'admission

14G9 : Masse du capteur de pression et de température d'air d'admission

Question 1-4 :	À partir du schéma fourni à la question 1.3 et de la désignation des fils, compléter le tableau donné en DR 2. Les mesures ont été réalisées moteur froid à une température ambiante de 22°C.
DR2	

Question 1-5 :	<p>Après avoir vérifié la continuité et l'isolement du capteur de température d'air, la mesure des paramètres donne une valeur de température d'air de 25°C quelques soient les conditions de fonctionnement moteur. À partir des valeurs données ci-dessous, relever la valeur de la masse volumique de l'air pour : 25°C 45°C</p>			
Feuille de copie	<p>Masse volumique de l'air sec en fonction de la température à $p_0 = 1013,25$ hPa</p>			
	T en °C	ρ en kg·m ⁻³	T en °C	ρ en kg·m ⁻³
	-10	1,341	+40	1,127
	-5	1,316	+45	1,110
	0	1,292	+50	1,092
	+5	1,269	+55	1,076
	+10	1,247	+60	1,060
	+15	1,225	+65	1,044
	+20	1,204	+70	1,029
	+25	1,184	+75	1,014
	+30	1,164	+80	1,000
	+35	1,146	+85	0,986

Question 1-6 :	<p>La valeur erronée de l'information température d'air peut-elle avoir une influence sur la consommation ? Justifier votre réponse. Par quel élément peut-on corriger la richesse du mélange ?</p>	
Feuille de copie		

Partie 2 : État du véhicule et influence sur la consommation

L'objectif de cette partie est de déterminer l'influence de la pression et de l'état de chargement du véhicule sur sa consommation.

Le tour du véhicule a montré qu'en plus d'une erreur de monte, il y a une pression de gonflage incorrecte. De plus, de par sa profession (entraîneur sportif personnel), le véhicule du client est équipé de planches de surf sur le toit, de matériel de sport dans le coffre et d'un porte vélo sur le crochet d'attelage.

Étude dynamique du véhicule

Données et hypothèses :

- Masse totale du véhicule : $m = 1420 \text{ kg}$
- Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- Masse volumique de l'air : $\rho = 1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- Coefficient de traînée : $C_x = 0,33$
- Surface frontale exposée à l'air : $S = 3,08 \text{ m}^2$
- Pression de gonflage : $2,2 \text{ bars}$



On souhaite déterminer les différentes puissances résistantes.

L'étude se limitera aux puissances des forces aérodynamiques et des forces de roulement.

Afin de rendre cette partie indépendante, un nouvel essai a été effectué. Celui-ci correspond au trajet quotidien du client et cela a produit les résultats suivants (distance prise par un GPS) :

Distance parcourue : 50 km
Durée du trajet : 25 min

Question 2-1 :	Déterminer la vitesse moyenne en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ sur le trajet parcouru.
DR3	

La puissance de traînée est caractérisée par la résistance à l'avancement du véhicule due aux frottements aérodynamiques. Elle est proportionnelle au maître couple SC_x :

- S : surface frontale (m^2)
- C_x : caractérise la pénétrabilité dans l'air
- ρ : masse volumique de l'air ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- V : vitesse du véhicule ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

$$P_{aéro} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot V^3$$

Question 2-2 :	Les planches de surf augmentent la surface projetée S de $1,2 \text{ m}^2$. Après avoir interrogé le fabricant, cela augmente le C_x du véhicule de $0,05$. Calculer la puissance $P_{aérosurf}$ correspondant à l'état de chargement de ce véhicule.
DR3	

Puissance de résistance au roulement :

$$Pr = m \cdot g \cdot K \cdot V \quad (\text{en W})$$

avec K : le facteur qui tient compte de la pression des pneus. C'est la formule d'Hoerner.

$$K = 0,005 + \frac{0,01055 + 1,235 \cdot 10^{-5} \times V^2}{P_g}$$

K :	facteur de résistance au roulement
m :	masse du véhicule (kg)
V :	vitesse du véhicule (m·s ⁻¹)
P _g :	pression de gonflage des pneus (bars)

Question 2-3 :	
DR3	Calculer la puissance de résistance au roulement P _{roulage} pour le véhicule en condition de chargement avec vélo et équipement (poids de l'ensemble 176 kg) et pour la pression mesurée de 1,7 bars. Déterminer alors la somme des puissances.

Question 2-4 :	
DR3	Calculer la différence de puissance totale en fonction des conditions d'utilisation.

Question 2-5 :	
DR3	À partir de la consommation spécifique, nous pouvons déterminer une consommation de 6,5 l·100 km ⁻¹ selon les conditions du constructeur. En considérant qu'il y a proportionnalité avec les puissances résistantes consommées, calculer la consommation pour les conditions de chargement surf et vélos.

Question 2-6 :	
DR3	Les variations de S, C _x , masse et pression de gonflage ont-elles une influence sur la consommation ?

Les contrôles complémentaires ont montré une erreur de monte de pneumatiques.
 En effet, le véhicule est monté en 235/55 R19 100V alors que la monte préconisée est du 235/45 R17 98V.

Question 2-7 :	
DR4	Déterminer le rayon et la circonférence des pneumatiques pour la monte d'utilisation. On rappelle, 1 pouce = 25,4 mm.

Question 2-8 :	
DR4	Déterminer, par rapport au kilométrage effectué lors de l'essai, le nombre de tours de roue réalisé avec la roue 17 pouces. Déterminer à partir de cette valeur le kilométrage réellement parcouru par le véhicule ainsi que la différence de kilométrage.

Question 2-9 :	
DR4	L'erreur de monte de pneumatiques peut-elle avoir une influence sur la consommation ? Justifier

Nous allons maintenant étudier l'influence du chargement sur l'accélération du véhicule et sur la consommation.

La DS7 accélère de 80 à 120 km/h en 4,9 s selon le constructeur.

Question 2-10 :	
Feuille de copie	Déterminez la valeur de l'accélération a du véhicule à partir des équations suivantes : $a(t) = a$ $v(t) = a.t + v_0$ $x(t) = \frac{1}{2} .a.t^2 + v_0.t + x_0$

Question 2-11 :

DR5

À partir du principe fondamental de la dynamique et du théorème de la résultante dynamique, déterminer la composante $F_{X_{origine}}$ de traction du véhicule en version origine.
 $m = 1420 \text{ kg}$



Question 2-12 :

DR5

Déterminer la composante $F_{X_{chargé}}$ de traction du véhicule chargé pour la même accélération.
 $m = 1596 \text{ kg}$



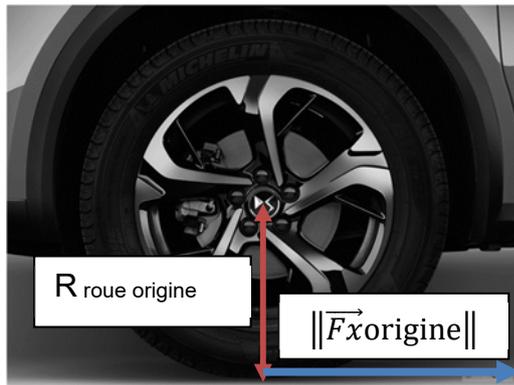
On admet comme rayons de roues les valeurs suivantes :
 $R_{\text{roue origine}} = 320 \text{ mm}$, $R_{\text{roue montée}} = 370 \text{ mm}$

Question 2-13 :

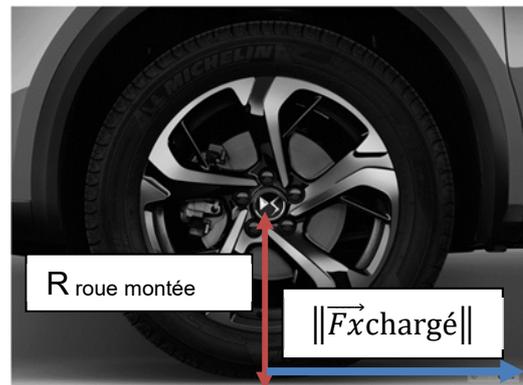
DR5

Calculer le couple nécessaire au centre de la roue dans les deux configurations.
On négligera l'écrasement du pneumatique.

Monte d'origine



Monte modifiée



Question 2-14 :	
DR5	Calculer le pourcentage de couple supplémentaire nécessaire au centre de la roue. On prend la monte d'origine comme étant la référence à 100 %.
Question 2-15 :	
DR5	Pour une accélération identique, cette différence de couple engendre-t-elle une surconsommation ? Justifier votre réponse.
Question 2-16 :	
DR5	Pour un couple moteur égal à 270 N.m et $\frac{N_{\text{moteur}}}{N_{\text{roue}}} = 4,93$, déterminer le couple à la roue C origine. On considère le rendement de transmission = 1.
Question 2-17 :	
DR5	En utilisant la valeur du couple calculé précédemment déterminer la force de traction F_{origine} pour la monte constructeur et $F_{\text{chargé}}$ pour la monte modifiée.
Question 2-18 :	
DR5	À partir du P.F.D. : $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$, uniquement suivant l'axe des \vec{x} , déterminer la valeur des accélérations a_{origine} et $a_{\text{chargé}}$ pour les deux forces de traction précédemment calculées.
Question 2-19 :	
DR5	Quel constat peut-on tirer du calcul des accélérations précédentes ?
Question 2-20 :	
DR5	La modification de la monte de pneumatiques vous paraît-elle pertinente ?

Partie 3 : Étude du circuit de carburant

L'objectif de cette partie est de connaître le fonctionnement du circuit de carburant afin de pouvoir donner un avis argumenté sur l'origine de cette surconsommation.

Question 3-1 :	Repasser en bleu la partie du circuit où règne la basse pression (BP) et en rouge la partie haute pression (HP).
DT7 à DT10 DR6	

Question 3-2 :	Identifier en rouge sur la figure du document DR6 l'élément permettant de gérer une surpression dans le circuit HP (uniquement l'élément principal). Compléter DR6.
DT7 à DT10 DR6	

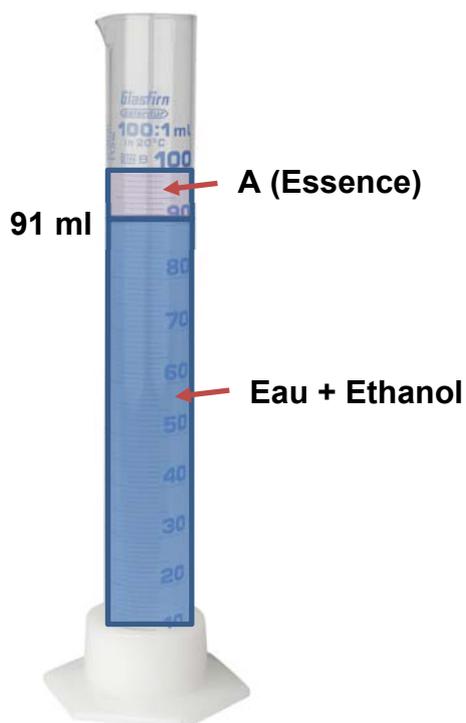
Question 3-3 :	Compléter sur le schéma hydraulique la zone repérée en orange.
DT12 DR7	

Question 3-4 :	Donner la formule d'un RCO (rapport cyclique d'ouverture) et calculer la valeur issue de la courbe bleue en %. Reporter sur la courbe les valeurs que vous avez utilisé pour votre calcul.
DR7 Feuille de copie	

Question 3-5 :	On considère que la cible possède 57 dents, reporter sur la courbe du signal en rouge (DR 7) la durée entre 2 dents et calculer la vitesse de rotation en tr.min^{-1} .
DR7 Feuille de copie	

Question 3-6 :	À l'occasion du contrôle du circuit de carburant, le filtre à carburant est partiellement colmaté mais la lecture des paramètres n'a pas montré de problème sur la pression d'injection. Cet état peut-il être à l'origine de la surconsommation de carburant ?
Feuille de copie	

ESTIMATION DU TAUX D'ÉTHANOL



Le principe de la mesure est basé sur le fait que l'alcool "éthanol" est miscible dans l'eau alors que l'essence ne l'est pas.

La procédure est la suivante :

- Mettre dans une éprouvette 50 ml du carburant à tester
- Compléter par 50 ml d'eau
- Laisser décanter, l'essence va se retrouver en haut de l'éprouvette, l'éthanol et l'eau dans la partie basse

Exemple :

A = 9 ml de sans plomb pur

Quantité d'éthanol $50 - 9 = 41$ ml

d'où un pourcentage de 82 % d'éthanol

Depuis le 12 octobre 2018 dans l'Union européenne et quelques pays proches, la nomenclature des essences est :

- E5 (5 % d'éthanol maximum, correspond aux SP95 et SP98) ;
- E10 (10 % d'éthanol maximum, correspond au SP95-E10) ;
- E85 (85 % d'éthanol maximum).

Question 3-7 :	
Feuille de copie	L'échantillon de carburant a été testé suivant la procédure ci-dessus, la décantation a donné une valeur pour A de 45 ml. Déterminer le pourcentage d'éthanol présent dans ce carburant.

Question 3-8 :	
Feuille de copie	En fonction de la nomenclature européenne du 12 octobre 2018, à quelle famille d'essence appartient l'échantillon testé.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DQ10 sur 13

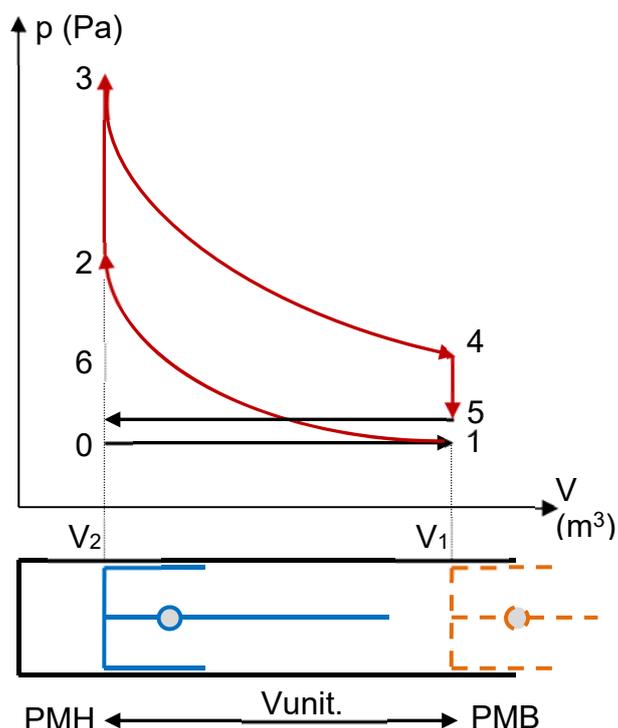
Partie 4 : Influence du carburant sur les consommations et le comportement du véhicule

- Étude de l'influence du carburant sur la puissance

Un carburant dont le taux d'alcool est plus ou moins important va avoir une influence sur la puissance issue de la combustion.

L'expert cherche à déterminer cette influence.

Le cycle thermodynamique du moteur sera considéré comme semblable au cycle théorique décrit par Beau de Rochas (transformation adiabatique) (voir figure ci-contre).



Données :

Condition initiales :

Pression d'admission :
Température d'admission :

$p_1 =$ variable selon le débit d'air
 $T_1 = 325 \text{ °K} \equiv 52 \text{ °C}$

Caractéristiques du moteur :

Cylindrée :
Nombre de cylindres :
Rapport volumétrique :
Injection :
Rendement mécanique :
Rendement de forme :

$Cyl = 1598 \text{ cm}^3$
 $n = 4$
 $\epsilon = V_1/V_2 = 10,5$
directe essence
 $\eta_{méca} = 0,74$
 $\eta_{forme} = 0,67$

Caractéristique du mélange :

Dosage stœchiométrique du SP 95 :
Constante caractéristique :
Exposant isentropique :
Richesse :
Capacité thermique massique à $p=cte$:

$dst = 1/14,8$
 $r = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 $\gamma = 1,4$
 $R = 1$
 $c_p = 1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Caractéristique du carburant :

Pouvoir calorifique inférieur du SP 95 :

$P_{ci} = 47 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Hypothèses :

Le fluide gazeux (mélange air, carburant puis produits de combustion) est assimilable à un gaz parfait dont les caractéristiques sont comparables à celles de l'air. Toutes les évolutions sont supposées réversibles. L'étude s'effectue à $6000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

On considère que l'essence est injectée instantanément au point 1.

Le cycle théorique Beau de Rochas est modélisé sans prendre en compte les étapes mécaniques de déplacement d'air d'admission et de refoulement.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DQ11 sur 13

Formulaire thermodynamique :

Pour les transformations :

Équation des gaz parfait : $p \cdot V = m_{\text{tot}} \cdot r \cdot T$

Isochore : $\frac{p}{T} = \text{cte}$ $Q_{23} = m_{\text{tot}} \cdot c_v \cdot \Delta T$ $Q_{23} = m_{\text{ess}} \cdot PCI$ $W_{23} = 0$ $W_{45} = 0$

Adiabatique : $p \cdot V^\gamma = \text{cte}$ $T \cdot V^{\gamma-1} = \text{cte}$ $T \cdot p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{cte}$ $W = m_{\text{tot}} \cdot c_v \cdot \Delta T$

Question 4-1 :	Déterminer la capacité thermique massique à volume constant du mélange c_v .
Feuille de copie	

Question 4-2 :	Déterminer la cylindrée unitaire V_{unit} .
Feuille de copie	

Question 4-3 :	Calculer les volumes au PMB : V_2 , et au PMH : V_1 (volume de la chambre de combustion) pour un cylindre.
Feuille de copie	

Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra pour la suite :

$$c_v = 717 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad V_1 = 441.5 \text{ cm}^3 \quad V_2 = 42 \text{ cm}^3$$

Question 4-4 :	À 6000 tr.min ⁻¹ , le débit d'air admis dans le moteur est de 423 kg·h ⁻¹ . En déduire la masse d'air admise par cylindre et par cycle.
Feuille de copie	

Question 4-5 :	En déduire la masse d'essence en kg·cycle ⁻¹ ·cylindre ⁻¹ (m_{ess}) injectée par cylindre et par cycle.
Feuille de copie	

Question 4-6 :	Calculer la masse totale en kg·cycle ⁻¹ ·cylindre ⁻¹ ($m_{\text{tot}} = m_{\text{totale gaz}} + m_{\text{ess}}$) contenue dans le cylindre après l'injection. On donne $m_{\text{totale gaz}} = m_{\text{air admise}} \times \frac{V_1}{V_{\text{unit}}}$
Feuille de copie	

Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra pour la suite :

$$m_{\text{tot}} = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{cycle}^{-1} \cdot \text{cylindre}^{-1}$$

Question 4-7 :	Calculer la pression p_1 en début de compression.
Feuille de copie	

Question 4-8 :	Calculer p_2 , T_2 et W_{12}
Feuille de copie	

Question 4-9 :	
Feuille de copie	Calculer Q_{23} et en déduire T_3 puis p_3 .

On prendra pour la suite :
 $W_{12} = 246 \text{ J}$ $W_{34} = - 1375 \text{ J}$

Question 4-10 :	
Feuille de copie	Calculer W_{cycle} pour un cylindre (on négligera les phases d'aspiration et de refoulement).

Question 4-11 :	
Feuille de copie	En déduire la puissance thermodynamique à $6000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ pour les 4 cylindres.

Question 4-12 :	
Feuille de copie	Calculer la P_{eff} à $6000\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ et la comparer à la puissance annoncée par le constructeur. (Une tolérance de 10 % est admise.) On donne $P_{\text{eff}} = P_{\text{thermo}} \cdot \eta_{\text{méca}} \cdot \eta_{\text{forme}}$

Question 4-13 :	
Feuille de copie	Ces résultats peuvent-ils justifier le problème d'accélération indiqué par le propriétaire ?

Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra pour la suite :
 $Q_{23} = 1852\text{J}$

Question 4-14 :	
Feuille de copie	Le P_{ci} du SPE10 est de $P_{ci} = 45,8 \cdot 10^6 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$. Afin de maintenir la quantité de chaleur Q_{23} identique au SP95, calculer la masse de carburant nécessaire par cylindre et par cycle.

Question 4-15 :	
Feuille de copie	Le passage d'un carburant SP95 au SPE10 a-t-il une influence sur la consommation de véhicule ?

Partie 5 : Conclusion et conseil d'utilisation pour une conduite écoresponsable

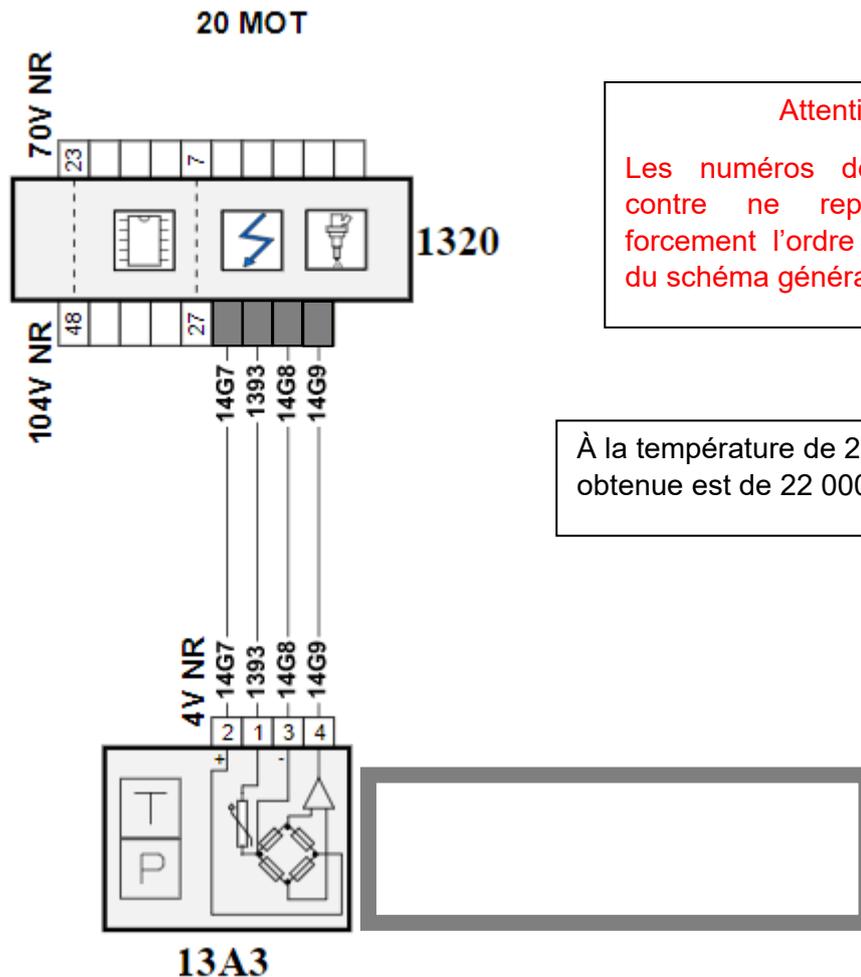
Question 5-1 :	
DR8 Ensemble du DT	À partir de la documentation technique et des questions précédentes, compléter le document réponse.

DOSSIER RÉPONSES

Q 1-2 - Compléter le tableau ci-dessous (parties grisées).

N° de l'élément	capteur	actionneur	autre	N° de la liaison	Type de liaison filaire, lin, can	Désignation
BFRM			X	1	filaire	Boîtier fusible relais moteur
1131 à 1134		X		38 à 41	filaire	Bobine d'allumage 1 à 4
12B6	X			1	filaire	Capteur de position d'arbre à cames d'admission
12C0		X		31	filaire	Électrovanne proportionnelle de régulation de pression du turbo
12C2		X		36	filaire	Électrovanne proportionnelle de déphasage d'arbre à cames d'admission
1211		X		24	filaire	Ensemble pompe-jauge à carburant
1220	X			3	filaire	Capteur de température d'eau moteur
1261	X			13	filaire	Capteur de position de la pédale d'accélérateur
1262						
13A3						
13B8	X			7	filaire	Sonde à oxygène ON/OFF aval
13B9						
13C8						
1312	X			4	filaire	Capteur de pression d'air d'admission
1313	X			6	filaire	Capteur de régime moteur
1320	X				filaire	Calculateur de contrôle moteur
1325	X				filaire	Capteur haute pression carburant
1331 à 1334		X			filaire	Injecteurs cylindre 1 à 4
1380		X		30	filaire	Thermostat piloté
1510		X		26	filaire	Groupe motoventilateur
1522			X	25	filaire	Boîtier électrique de commande du groupe motoventilateur bivitesse

Q 1-3 - Compléter le schéma ci-dessous.



Attention

Les numéros de bornes ci-contre ne reprennent pas forcément l'ordre des numéros du schéma général.

À la température de 22°C, la résistance obtenue est de 22 000 Ω ± 10 %.

Q 1-4 - Compléter le tableau ci-dessous.

Conditions de mesure	Type de mesure	Touche + du multimètre	Touche - du multimètre	Résultat de la mesure	Bon / Pas bon
Connecteur 104 V branché	tension	14G7	Masse batterie	5 v	
Connecteur 104 V branché	tension	14G8	+ batterie	12 v	
Connecteur 104 V débranché	résistance	14G8	1393	R = 50312 Ω	

Q 2-1 à Q 2-5 - Compléter le tableau suivant :

Tableau comparatif des puissances résistantes		
Vitesse moyenne (Q2-1)		
Condition de chargement du véhicule	Condition constructeur	Condition d'utilisation (Surf et chargement)
Puissance aérodynamique (Q2-2)	24 469 W	
Puissance au roulement (Q2-3)	2 902 W	
Somme des puissances résistantes (Q2-3)	27 370 W	
Différence de puissance (Q2-4)		
Détermination de la consommation (Q2-5)	6.5 l/100km	

Q 2-6 - Compléter, par oui ou non, le tableau suivant.

Évolution des paramètres	Influence sur la consommation (oui/non)
S	
Cx	
masse	
Pression de gonflage	

Q 2-7, 2-8, 2-9 - Compléter le tableau.

Tableau comparatif des caractéristiques mécaniques		
Condition de chargement du véhicule	Condition constructeur 235/45/17 98 V	Condition d'utilisation 235/55/19 100 V
Rayon de la roue (Q2-7)	321.7 mm	
Circonférence de la roue (Q2-7)	2 021 mm	
Nombres de tours pour les 324 km avec la roue de 17 pouces (Q2-8)		
Kilométrage réel parcouru (Q2-8)	324	
Différence de kilométrage (Q2-8)		
Influence sur la consommation (Q2-9)		

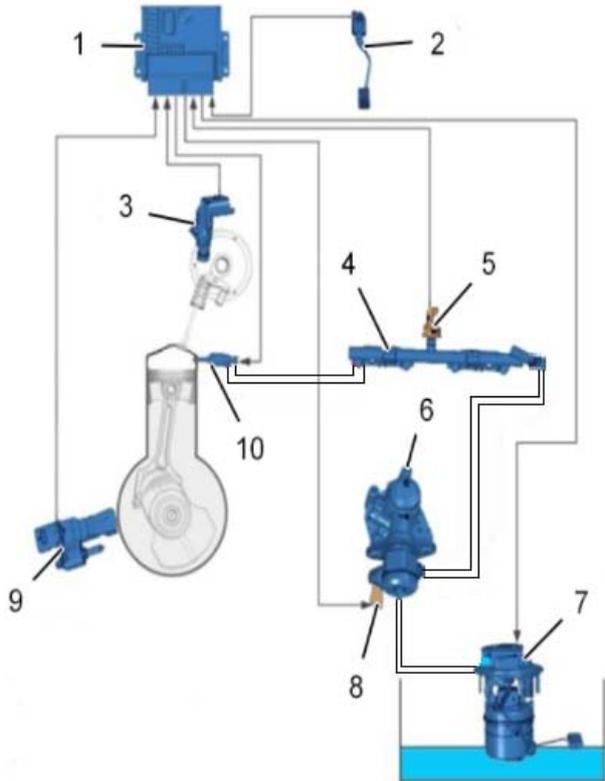
BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DR4/8

Q 2-11 à 2-20 - Compléter le tableau.

Tableau comparatif des actions mécaniques		
Condition de chargement du véhicule	Condition constructeur 235/45/17 98 V	Condition d'utilisation 235/55/19 100 V
Force de traction (Q2-11) (Q2-12)	$F_{X\text{origine}} =$	$F_{X\text{chargé}} =$
Couple à la roue (Q2-13)	Couple d'origine =	Couple chargé =
Pourcentage de couple (Q2-14)	100 %	
Surconsommation (Q2-15)		
Couple à la roue pour un couple de 270 N.m (Q2-16)	C origine =.....	
Force de traction (Q2-17)	$F_{\text{origine}} =$	$F_{\text{chargé}} =$
Accélération (Q2-18)	$a_{\text{origine}} =$	$a_{\text{chargé}} =$
Constat (Q2-19)		
Influence sur le comportement (Q2-20)		

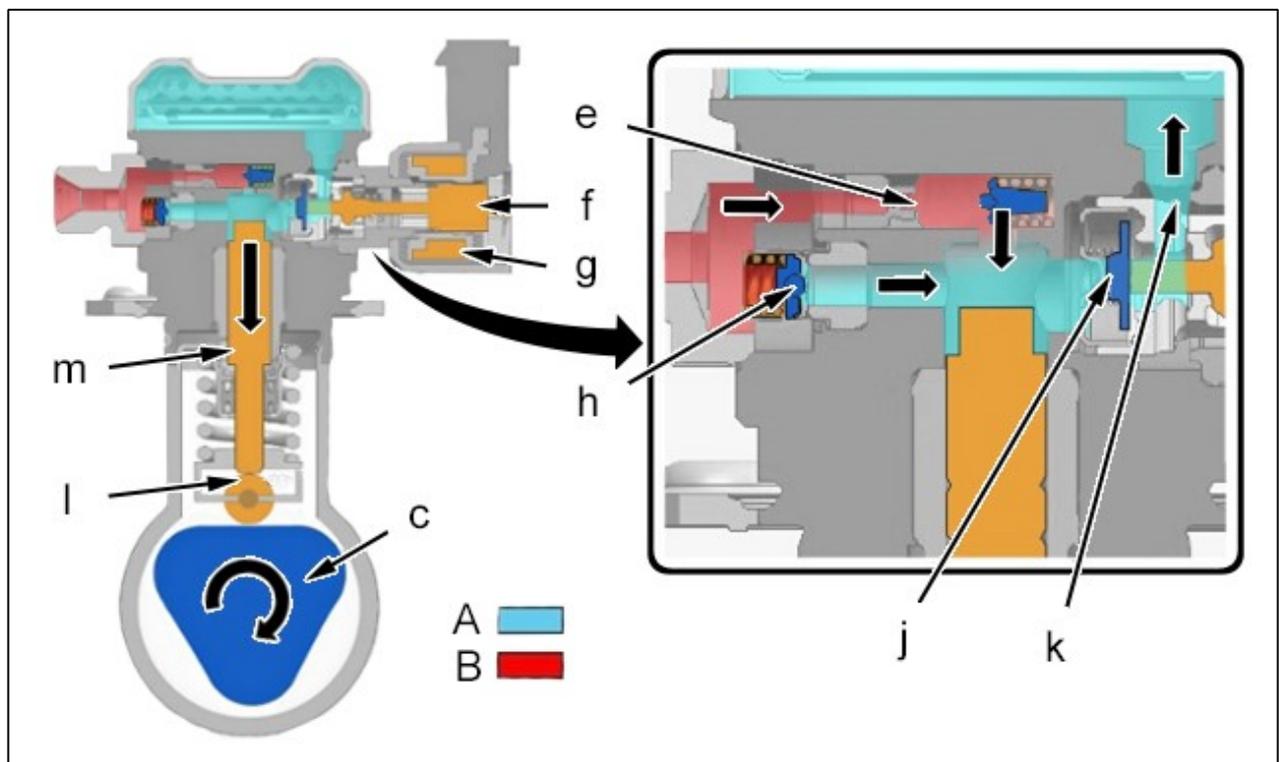
BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DR5/8

Q 3-1 - Repasser en bleu la partie du circuit où règne la basse pression (BP) et en rouge la partie haute pression (HP).



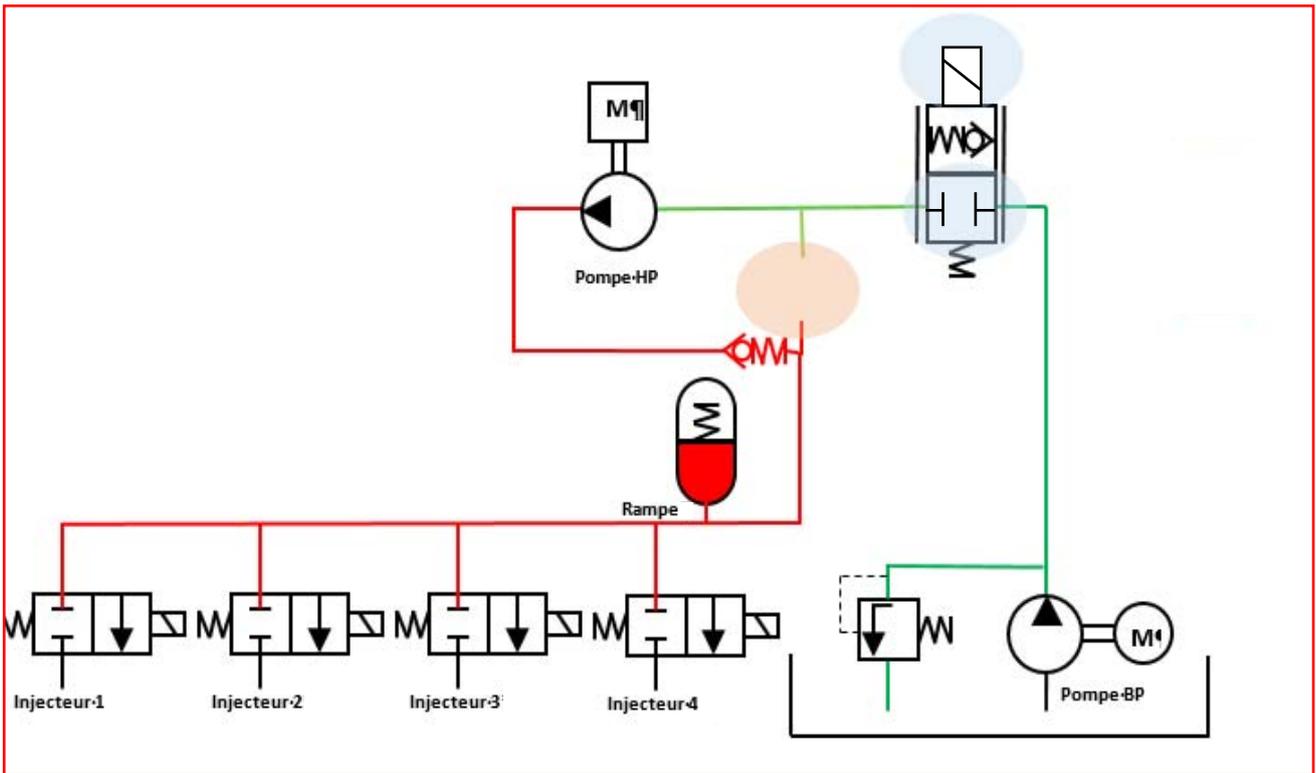
- (1) Calculateur contrôle moteur.
- (2) Pédale d'accélérateur.
- (3) Capteur de position d'arbre à cames.
- (4) Rampe d'injection commune haute pression carburant .
- (5) Capteur haute pression carburant.
- (6) Pompe haute pression carburant.
- (7) Ensemble pompe - jauge à carburant .
- (8) Régulateur haute pression carburant .
- (9) Capteur de régime moteur.
- (10) Injecteurs essence.

Q 3-2 - Identifier en rouge sur la figure l'élément permettant de gérer une surpression dans le circuit HP (*uniquement l'élément principal*).



BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DR6/8

Q 3-3 - Compléter la zone repérée en orange.

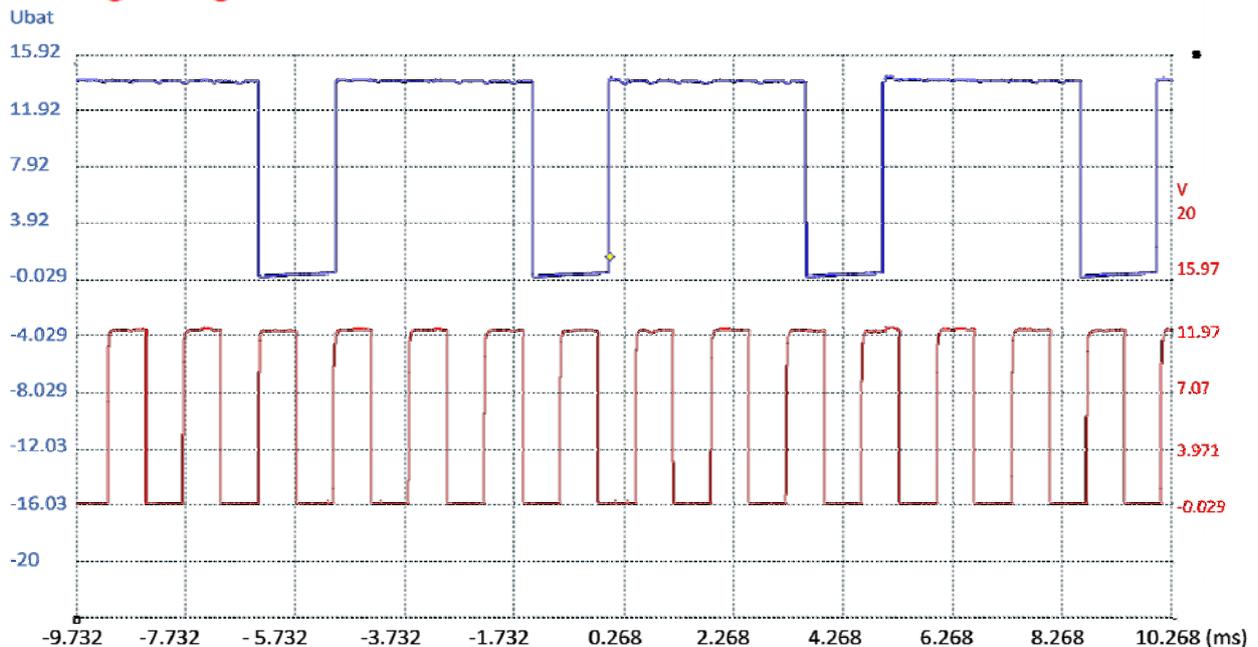


Q 3-4, Q 3-5 - Repérer les valeurs.

La courbe bleue résulte de la mesure de l'élément 13C8 entre les voies 13M3 et 13M4.

En bleu, pilotage de l'électrovanne de MSV.

En rouge, régime moteur.



Q 5-1 - Compléter le tableau ci-dessous en suivant l'exemple donné.

Description de l'action ou de l'anomalie constatée.	Effet sur la consommation			Je souhaite éventuellement apporter des précisions sur ma réponse.
	favorable	défavorable	sans effet	
Taille de pneumatiques non conforme, plus grand que les spécifications		X		
Sous pression des pneus		X		La différence de hauteur de pneu peut être négligée et n'a pas d'effet sur l'accélération.
Rouler vivement sans attendre que le moteur soit en température		X		
Dysfonctionnement de la sonde de température d'eau		X		
Rouler vitres ouvertes				
Colonnettes d'étrier de freins avant grippées				
Véhicule chargé				
Rajouter des consommateurs électriques dans le véhicule				
Utiliser un carburant avec un taux d'éthanol important				
Rouler avec remorque ou barres de toit				
Entretien régulier du véhicule				

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2022
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 22-ML4ASCP	Page DR8/8