# Épreuve d’admissibilité « analyse d’un problème technique »

**Session 2020**

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère à l’adresse :

<https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/caplp_externe/66/8/s2020_caplp_externe_genie_mecanique_maint_vehicules_1_1303668.pdf>

**Problématique :** *Le chauffeur d’un véhicule de transport routier de marque Renault faisant partie de la gamme T (longue distance) s’est plaint d’un dysfonctionnement de son véhicule.*

*Lors de son dernier déplacement, alors qu’il se trouvait arrêté sur une route à forte pente (10 %), il a remarqué que l’embrayage du véhicule patinait au démarrage.*

*Le tracteur possède un empattement de 5,6 m.*

Une image contenant extérieur, route, camion, tirant

Description générée automatiquement

## Éléments de correction

**PARTIE 1 : INFLUENCE DU CHARGEMENT DU VÉHICULE SUR LE SYMPTOME**

**Question 1 :**

Charge sur attelage : 12 000 kg

Charge du train roulant : 27 000 kg (9 000 kg par essieu)

12000 + 27000 = 39 000 kg

**Question 2 :**

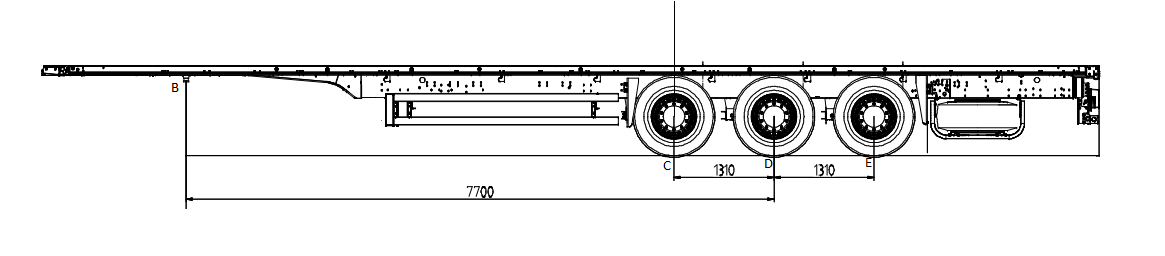
Poids de la remorque chargée : 39 000 X 9,81 = 382 590 N

**Question 3 :**

Réactions aux essieux : 9 000 X 9,81 = 88290 N (par essieu)

**Question 4 :** Document réponse DR1

G2



x

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom de la force | Point d’application | Direction | Sens | Intensité en Newton | Longueur du vecteur en cm  (1cm correspond à 30 000 N) |
|  | B | Verticale | Vers le haut | 105 977 | 3,53 cm |
|  | G2 | Verticale | Vers le bas | 382 590 | 12,75 cm |
|  | C | Verticale | Vers le haut | 79 422 | 2,65 cm |
|  | D | Verticale | Vers le haut | 79 422 | 2,65 cm |
|  | E | Verticale | Vers le haut | 79 422 | 2,65 cm |

**Questions 5.1 :** Document réponse DR2 (page suivante)

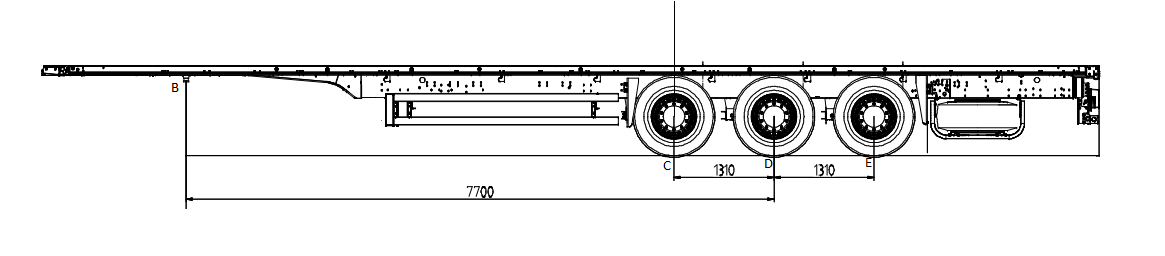
**Question 6 :**

(13000 – 2197) X 9,81 = 105 977 N

**Question 7 :**

On trouve graphiquement environ 120 000 N. L’écart est dû aux imprécisions de tracés.

**DR2**



4

3’’

1’’

2’’

3

4’’

P

0’’

2

x

1

Échelle du dynamique des forces :

1cm correspond à 30000 N

0

**Question 8 :**

M (G) = -BG X + X (GC + GD + GE) = 0

M (G) = - 5 330 X (10 800 X 9,81) + X (2 370 + 1 060 + 3 680) = 0

= 79 422 N soit 8 096 kg

**Question 9 :**

+ + ++ =

P2 = (3 X 79 422) + 105 977 = 344 243 N. Ce qui correspond à une masse de 35 091 kg

**Question 10 :**

35 091 – 5 165 (masse de la remorque à vide) = 29926 kg

**Question 11 :**

Conclusion : 29 000 kg ˂ 29 926 kg. Le véhicule peut tout à fait transporter une masse de 29 tonnes.

**PARTIE 2 : ÉTUDE STATIQUE**

**Question 12 :**

α = arctan (10 / 100 )= 5,7°

**Question 13 :**

P = P2 + P1 = (39 000 x 9,81) + (20 500 X 9,81) = 382590 + 201 105 = 583 695 N

**Question 14 :**

= + + = 3 x 79 422 = 238 266 N

**Question15 :**

+ = 0

5600 X 105 977 - (201 105) x = 0 x =2 951 mm

La position horizontale du centre de gravité par rapport à F est 2 951 mm

**Question 16 :**

Masse totale = Masse1 + Masse2

M (F)P1 + M (F)P2 = M (F)P

+ =

-2951 x 201 105 – 10930 x 382 590 = - x x 583 695 x = 8180 mm

**Question 17 :** Px = P sin α = 583 695 sin α

**Question18 :**

Suivant le PFS + +- =

On projette sur l’axe - = = 61 012 N

**Question 19 :**

tanφ = / = 61 012 / 105977 = 0,575

Cela correspond à φ= 29,3°. On est largement au-dessus des 6° correspondant à la pente. On est dans le cas de l’adhérence.

**PARTIE 3 : ÉTUDE DYNAMIQUE SUR ROUTE EN PENTE**

**Question 20 :**

Cela correspond à la variation de vitesse de 2,1 m s-1 à chaque seconde

**Question 21 :**

|  |  |
| --- | --- |
| v(t) = γ (t – t0) + v0 | γ ou a= accélération en m.s-2; v0 = valeur initiale de la vitesse en m.s-1  t0 = valeur initiale du temps en s ; t = valeur finale du temps en s |

**Question 22 :**

10 X = 2,78 m.s-1 t – t0 = = = 1,3 s

**Question 23 :**

m.γ = 59 500 X 2,1 = 124 950 N

**Question 24 :**

+ ++= m

**Question 25 :**

P résultant = √ 583 6952 + 124 9502 = 596 919N

**Question 26 :**

++ = = 124 950 N

**Question 27 :**

Rayon roue = (22,5/2) X 25,4 + 0,70 X 315 = 285,75 = 220,5 = 506,25 mm

**Question 28 :**

CR = FT X R = (X 506,25.10-3) = 124 950 X 506,25.10-3 CR = 63 253 N.m

**PARTIE 4 :****ÉTUDE DE LA CHAINE CINÉMATIQUE DE TRANSMISSION DE PUISSANCE**

**Question 29 :**

Roues

Pont

Boîte de vitesses

Embrayage

Moteur

**Question 30 :**

η global= η boîte X η pont = 0,067 X 0,379 = 0,0254

**Question 31 :**

CR = 63253 N.m 63 253 X 0,0254 = 1607 N.m

**Question 32 :**

La valeur de 1607 N.m est inférieure au couple maxi transmissible par l’embrayage qui est de 2200 N.m. Le véhicule peut être mis en mouvement.

**Question 33 :** diagramme FAST de l’embrayage. Document réponse DR4

Fonction

Principale

principale(s)

Fonctions de

service

Solution technologique

Repère associé au sous-système

**Arbre principal, arbre intermédiaire, arbre de sortie, arbre de marche arrière**

**Adapter la puissance transmise**

9, 14, 7

Transférer la puissance du moteur vers la boîte de vitesses

5

**Arbre d’entrée**

**Carter d’embrayage, Carter principal, Carter doubleur de gamme, Boîtier de filtre à huile**

**Transmettre et adapter une puissance**

10,11, 4, 12

Isoler le système du milieu extérieur

8

**Pompe à huile**

Assurer une lubrification optimum

**Freiner et synchroniser les pièces en rotation**

1

**Frein d’arbre intermédiaire**

Gérer le changement ou la sélection d’un rapport commandé par le conducteur (gestion automatique et manuelle)

3

**Bloc d’électrovannes**

Distribuer le fluide pneumatique

15

**CGU**

Piloter le déplacement des rapports

16

**Faisceau de câbles**

Transmettre l’information

Déplacer les manchons d’accouplement

13

**Fourchette de débrayage**

**Récepteur d’embrayage**

2

Générer une pression dans le circuit pneumatique

**Question 34 :**

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

|  |  |
| --- | --- |
| Puissance développée (en Kw) | 460 X 736 = 338 560 W |
| Couple transmis (en N.m-1) | 1850 N.m |
| Vitesse de rotation (en tr.min-1) | 1750 tr.min-1 |

**Question 35 :**

F = = = 17 054N (le coefficient de frottement devait être proposé par le candidat)

**Question 36 :**

F = = = 12 457 N

**Question 37 :**

L’embrayage est correctement dimensionné pour supporter la puissance développée par le moteur. Donc la défaillance ne provient pas de l’embrayage mais de son pilotage.

**PARTIE 5 : ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES ET DES INCIDENTS**

**Question 38 :** Document réponse DR5

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1 : Embrayage tiré en position embrayée  2 : Embrayage tiré en position débrayée |
|  | 3 : Embrayage poussé en position embrayée  4 : Embrayage poussé en position débrayée |

**Question 39 :**

Sur le Renault T 460, il s’agit d’un embrayage de type poussé.

**Question 40 :** Document réponse DR5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** |  | **4** |  |
| **2** |  | **5** |  |
| **3** |  | **6** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 3 | Garniture de friction encrassée d’huile ou de graisse au niveau du bord intérieur |
| 1 | Surchauffe du mécanisme |
| 5 | Garniture d’embrayage usée jusqu’aux rivets |
| 2 | Rainures marquées et traces de surchauffe sur le mécanisme |
| 6 | Garniture brûlée ou dissoute |
| 4 | Usure des becs du diaphragme |

**PARTIE 6 : ÉTUDE DE L’EMBRAYAGE**

**Question 41 :** Document réponse DR7

**Entrées Sorties**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nom de l’élément** | **Potentiel ou type de signal électrique** | **Bornes** | **Calculateur** | **Bornes** | **Potentiel et type de commande** | **Nom de l’élément** |
| A 01 | + 24 V | A 18  A 19 | B 20  B 22 | 0 à 24 V en RCO | Y 21 |
| J 1939 | Multiplexage réseau CAN | A3, A4,  A7, A8 | B 17  B 18 | 0 à 24 V en RCO | Y 22 |
| J2284 | Multiplexage réseau CAN | A5  A6 | B 18  B 19 | 0 à 24 V en RCO | Y 23 |
| B26 | 0 à 5 V | B 9, B 10  B 11, B 12 | B 21  B 22 | 0 à 24 V en RCO | Y 26 |

**Question 42 :**

L’élément B 26 Renseigne le calculateur sur la position précise de l'actionneur afin de gérer correctement les phases d'embrayage et débrayage.

**Question 43 :** Document réponse DR8

Une image contenant oiseau

Description générée automatiquement

**Question 44 :** Document réponse DR8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Type de réseau utilisé** | **Nom du protocole** | **Vitesse** | **Nombre de fils utilisés pour transmettre les messages** |
| CAN | SAE J 1939 | 250 kb/s | 2 |
| CAN | SAE J 2284 | 500 kb/s | 2 |
| LIN | LIN 13 | 9.6 kb/s | 1 |

**Question 45 :** Document réponse DR8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | APM | 7 | Électrovanne de désengagement rapide VAFD |
| 2 | Compresseur | 8 | Électrovanne d’engagement lent VASE |
| 3 | Unité de commande ou GCU | 9 | Électrovanne d’engagement rapide VAFE |
| 4 | Clapet anti retour | 10 | CVU |
| 5 | Filtre | 11 | Récepteur d’embrayage |
| 6 | Électrovanne de désengagement lent VASD | 12 | Embrayage |

**Question 46 :**

La borne 27 de L’APM sert au pilotage de l’embrayage du compresseur d’air afin que celui-ci ne soit effectif que lorsqu’il y a un besoin en air sur le véhicule.

Avantages : baisse de la consommation, puissance accrue lors de dépassements, augmentation du frein moteur par une demande de pression élevée ….

**Question 47 :** Document réponse DR9

|  |  |
| --- | --- |
| **Embrayage lent** | **Débrayage rapide** |
| Une image contenant horloge  Description générée automatiquement | Une image contenant horloge  Description générée automatiquement |

**Question 48 :**

Pression minimum : 6.5 bar ou 650 000 Pa

**Question 49 :**

La commande d’embrayage ne sera pas effective et par conséquences, le passage des vitesses sera impossible. Le véhicule sera immobilisé.

Causes : pression trop faible lors de la mise en marche du véhicule ou fuite dans le circuit d’air

**Question 50 :**

Une image contenant horloge, dessin

Description générée automatiquement

**Question 51 :**

Il s’agit d’une résistance qui permet de diminuer l’effet de self induction lors de l’ouverture du circuit de commande. L’effet sera abaissé à moins de 100 volts.

Si cette résistance n’est plus présente sur le nouveau relais, il y a risque de création de parasites à chaque ouverture du circuit de commande et également fragilisation de la partie interne du VMCU.

**Question 52 :**

Tension de bord sur un véhicule lorsque celui-ci est en fonctionnement : environ 14 V.

Tension en volts sur le véhicule étudié : 14 x 2 = 28 V

Fusible F70 = 20 A

P = U x I = 28 x 20 = 560 W

**Question 53 :**

Résistance de Y 21 : 33 Ω

Résistance de Y 26 : 18 Ω

Il s’agit d’un circuit en série donc la résistance totale s’obtient en faisant la somme de toutes les résistances.

RT = RY21+RY22

= 33+18 = 51 Ω

**Question 54 :** Document réponse DR9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Repère de l’électrovanne** | **Numéro de borne positif sur le TECU et justification** | **Numéro de borne négatif sur le TECU et justification** |
| Y 21 | B 22 avec le repère XG car véhicule euro 6 et cette borne est commune aux deux électrovannes | B 20 avec repère XG car véhicule euro 6 et cette borne est spécifique à l’électrovanne |

**Question 55 :**

Signal A : Oscilloscope branché entre la borne 22 et la masse. Le signal correspond à la tension d’alimentation de l’électrovanne.

Signal B : Oscilloscope branché entre les bornes 22 et 20. Durant 10 ms, la tension est identique à la phase d’alimentation puis elle chute brutalement, ce qui correspond à la phase de pilotage.

Signal C : Oscilloscope branché entre la borne 20 et la masse. Le signal est identique à la phase de pilotage précédente mais il est à l’envers en raison de l’inversion de branchement de la fiche de relevé.

**Question 56 :** Document réponse DR9

|  |  |
| --- | --- |
| La période correspond à 20 ms  F =  F =  F = 50 Hz  Échelles utilisées : 10 V /division et 10 ms /division |  |

**Question 57 :**

|  |  |
| --- | --- |
| Vmoy =  Vmoy =  Vmoy = 10.5 V | I =  I =  I = 0.3 A |

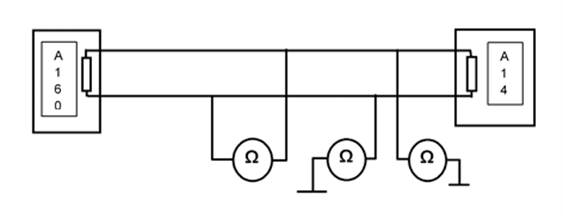
**Question 58 :**

J 1939 : bus principal pour la chaîne cinématique et les fonctions en cabine.

J 2284 bus de redondance avec J 1939 qui sert également pour la remontée des codes défauts.

**PARTIE 8 : DIAGNOSTIC**

**Question 59 :** Document réponse DR9.

****

**Question 60 :**

Chaque résistance a une valeur de 120 et elles sont branchées en dérivation.

Req = Req = Req = 60 Ω

**Question 61 :** Document réponse DR10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Type de mesure** | **Outil utilisé** | **Conditions de mesure** | **Bornes du calculateur** | **Valeurs mesurées** | **Valeurs attendues** | **Résultat** |
| Résistance de terminaison | Ohmmètre | Contact coupé | A5-A6 | 61,7 Ω | Environ  60 Ω | Bon |
| Isolement du faisceau par rapport à la masse | Ohmmètre | Contact coupé | A5 et masse | 0,1 Ω | ∞ | Mauvais |
| A6 et masse | 61,2 Ω | ∞ |
| Isolement du faisceau par rapport au plus | Voltmètre | Contact mis | A5 et masse et A6 et masse | 62,7 mV | Tensions du Can H et L | Mauvais |

Conclusion et solutions proposées : le fil 7006 est en court-circuit avec la masse. A l’aide de la schématique, il faudra débrancher les différents points de raccordement du faisceau jusqu’à ce que le court-circuit disparaisse. Après avoir validé le morceau de faisceau défaillant avec l’ohmmètre, réparer le défaut en respectant la procédure « constructeur » ou le changer suivant les instructions

Après avoir remis en conformité le système, vous procédez à la suite des contrôles sur le bus CAN qui s’avèrent conformes.

**Question 62 :** Document réponse DR11

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Type de mesure** | **Outil utilisé** | **Conditions de mesure** | **Bornes du calculateur** | **Valeurs ou signaux mesurés** | **Valeurs ou signaux attendus** | **Résultat** |
| Tension CAN H | Voltmètre | Contact mis | A5 et masse | 3.037 V | 2.5 à 3.5 V | Bon |
| Tension CAN L | Voltmètre | Contact mis | A6 et masse | 1.929 V | 1.5 à 2.5 V | Bon |
| Signal CAN H | Oscilloscope | Contact mis | A5 et masse | Une image contenant bâtiment, porte  Description générée automatiquement |  | Bon |
| Signal CAN L | Oscilloscope | Contact mis | A6 et masse |  |  | Bon |

**Question 63 :**

L’élément défaillant est le capteur de position de l’embrayage.

Nécessité de déposer la boîte de vitesses pour procéder à son remplacement.

Afin d’optimiser l’intervention, le propriétaire demande à ce que l’embrayage ainsi que le piston soient remplacés en même temps que la remise en état de l’élément de la question 63. Les tests effectués avec l’outil Tech Tool (dossier ressources) après échange de cet élément mettent en évidence un défaut toujours présent dans le système bien que le patinage de l’embrayage ne soit plus ressenti lors de l’essai routier. Aucun code défaut n’est apparu, et la partie électrique s’avère être en parfait état.

**Question 64 :**

La défaillance du capteur à elle seule n’est pas suffisante.

Une des électrovannes de désengagement (lent ou rapide) présente un point dur et reste partiellement ouverte bien que sa partie électrique soit en parfait état. Cette communication non souhaitée entre le vérin et la source d’énergie pneumatique crée une action de débrayage partiel qui peut provoquer un patinage. La panne sur le capteur d’embrayage avant qu’elle ne soit réparée ne permettait pas au calculateur de connaître la position précise de celui-ci et donc de compenser par une commande sur une des électrovannes d’engagement. Il faudra donc remplacer le bloc électrovannes CVU, procéder à l’ensemble des tests avec Tech Tool et essayer de nouveau le véhicule.