**Dossier questions**

*Problématique de maintenance*: Le client propriétaire d’une Peugeot 508 2.2 HDI biturbo de 2013 totalisant 150 000km immobilisée plus d’un an à l’extérieur en milieu humide a vu son véhicule refusé au contrôle technique (normes 05/2018) pour les raisons suivantes :

**1.2.1.b.2 : Déséquilibre notable : Majeur**

**1.2.2.a.2 : Efficacité insuffisante : Majeur**

Le client n’ayant aucune trace des opérations de maintenance du véhicule, une analyse du liquide frein a été demandée.

Pour répondre à cette situation de maintenance, nous allons décomposer l’étude de ce système en 4 parties :

**Partie 1 : Vérification des performances du système de freinage du véhicule**

**Partie 2 : Vérification des performances du circuit de dépression**

**Partie 3 : Vérification des performances du système d’assistance**

**Partie 4 : Contrôle technique et remise en état**



**Partie 1**: **Vérification des performances du système de freinage du véhicule**

*L’objectif de cette partie est de déterminer les pressions dans les étriers de frein lors du freinage maximum en partant des caractéristiques dynamiques du véhicule.*

Ibd [bock] Dynamique [véhicule]

|  |
| --- |
| « subsystem »  : vehicule |
| *:values*  Décélération : a (m/s2) Adhérence sol : µL |
|  |

|  |
| --- |
| « subsystem »  : roues avant |
| *:références*  Pneu : 235/45 R18  *:values*  *R :moyen disque*  Adhérence plaquettes : µp |
|  |

|  |
| --- |
| « subsystem »  : cylindre de frein |
| *:values*  Surface pistons : |
|  |

: pression

: a<0

: force

: force

: a<0

: pression

: force

: force

**Étude du véhicule à l’arrêt sur sol horizontal**

*Paramétrage du système*

**x**

**G**

**A**

**B**

**h**

**d**

**e**

**0**

**1**

**3**

**2**



*Données et hypothèses* :

* la masse totale du véhicule **« v »** **(v={1,2,3})** est répartie sur les essieux, à partir des résultats de la pesée au contrôle technique, de la façon suivante : **55 %** à l’avant et **45 %** à l’arrière ;
* le véhicule admet un plan de symétrie, par conséquent les actions mécaniques seront représentées dans le plan ;
* l’empattement du véhicule : **e = 2817 mm ;**
* la masse totale du véhicule : **m = 1615 kg ;**
* l’accélération de la pesanteur : **g = 9,81 m.s-2.**

*On souhaite déterminer la position longitudinale* **d***du centre de gravité* **G** *et les valeurs de réaction sol/roue.*

**Isolons le véhicule « v » à l’arrêt.**

Bilan des actions mécaniques extérieures.

* l’action mécanique du sol 0 sur les roues avant 2 est définie par le glisseur :

* l’action mécanique du sol 0 sur les roues arrière 3 est définie par le glisseur :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-1 :** | Déterminer le poids Pv du véhicule « v » en N. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-2 :** | À partir des données et hypothèses, calculer NA et NB. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-3 :** | Montrer que d a pour expression :  Calculer d. |
| Feuille de copie |

**Étude du véhicule pendant le freinage**

*Paramétrage du système*

**x**

**G**

**A**

**B**

**h**

**d**

**e**

**0**

**1**

**3**

**2**



*Données et hypothèses* :

* Le facteur d’adhérence longitudinale entre les roueset le sol : **µL = 0,75**

(**hypothèse d’équi-adhérence sur les roues avant et arrière du véhicule**. On se place à la limite du glissement.)

* L’empattement du véhicule : **e = 2817 mm**
* La hauteur du centre de gravité : **h = 600 mm**
* La distance au centre de gravité : **d = 1549 mm**
* La masse totale du véhicule : **m** **= 1615 kg**
* L’accélération de la pesanteur : **g = 9,81 m.s-2**

*On souhaite déterminer la valeur de la décélération* **amaxi** *et les nouvelles valeurs des actions mécaniques et .*

**Isolons le véhicule « v » en phase de freinage.**

Bilan des actions mécaniques.

* l’action mécanique du sol 0 sur les roues avant 2 est définie par le glisseur :

* l’action mécanique du sol 0 sur les roues arrière 3 est définie par le glisseur :

* l’action de la pesanteur sur le véhicule « v » est définie par le glisseur :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-4 :** | Réduire les torseurs d’actions mécaniques en G (transport en G).  Compléter DR1 Tab1. |
| DR1 Tab1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-5 :** | En appliquant le principe fondamental de la dynamique en G du véhicule « v » en mouvement de translation par rapport au sol en phase de freinage, retrouver les équations :   * Projection sur x : TA + TB = m.a (équation 1) * Projection sur z : NA + NB – m.g = 0 (équation 2) * Projection sur y : - h.TA - (e-d).NA - h.TB + d.NB = 0 (équation 3) |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-6 :** | Montrer à l’aide des équations 1 et 2 que la décélération amaxi a pour expression :  amaxi = - µL . g  On donne :  TA = - µL.NA et TB = - µL.NB |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-7 :** | Faire l’application numérique et en déduire la valeur de la décélération **amaxi**. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-8 :** | Montrer à l’aide des équations que pour une décélération  amaxi = - 7.4m/s2:  NA = 11 257 N NB = 4 586 N |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-9 :** | Comment ont évolué les valeurs de NA et NB entre les phases d’arrêt et de freinage ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-10 :** | Déterminer la valeur de TA en phase de freinage. |
| Feuille de copie |

**Étude de la roue avant gauche 2’ du véhicule pendant le freinage**

*Paramétrage du système*

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Données et hypothèses* :   * Étude plane de plan (x,z) * Le freinage s’effectuera en ligne droite. Nous isolerons la roue gauche. * Le poids de la roue sera négligé devant l’importance des autres efforts. * La roue 2’ est équilibrée en rotation ; elle est en liaison pivot d’axe (c,y) (non représenté) sans frottement avec le châssis 1 (voir figure). * Dimension du pneu :   **235/45 R18 – 98W**   * Le facteur de frottement entre le disque appartenant à la roue 2’ et les plaquettes 4 est **µp = 0,35** * Valeur moyenne du rayon caractérisant les surfaces frottantes du disque :   **Rmoy = 120 mm**  R |

**Isolons la roue 2’.**

Bilan des actions mécaniques extérieures.

* l’action mécanique du sol 0 sur l’ensemble tournant (roue disque moyeu) 2’ est définie par le glisseur :

* l’action mécanique du châssis 1 sur la roue avant 2’ est définie par :

* l’action mécanique des plaquettes 4 sur la roue avant 2’ définie par le glisseur :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-11 :** | Déterminer le rayon de la roue Rr en mm sans écrasement (pneu : 235/45 R18 - 98W)  On rappelle 1 pouce = 25,4 mm. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-12 :** | Déterminer la valeur de TD (la composante de frottement) au contact en D générée par les plaquettes 4 sur le disque de laroues 2’ en N. |
| Feuille de copie |

*Paramétrage du système pour une plaquette*

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Données et hypothèses :*   * On prendra comme effort tangentiel TD/2 **pour une plaquette ;** * On donne :   **µp= tan φ = (TD/2) / ND.** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-13 :** | En déduire la valeur de ND la composante normale pour une plaquette au contact en sachant que la valeur d’effort tangentiel est de TD/2= 5875 N. |
| Feuille de copie |

*Paramétrage du système*

|  |  |
| --- | --- |
|  | On donne :  la surface active agissant au contact cylindres / plaquettes : **Sp=SD+Sd** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-14 :** | Calculer la surface « active » Sp des deux pistons sur le liquide de frein en fonction de D et d en m2. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-15 :** | Calculer pour un effort presseur ND de 16785 N la pression pc correspondante dans le cylindre de roue en bar. |
| Feuille de copie |

**Partie 2**: **Vérification des performances du circuit de dépression**

*L’objectif est de valider le fonctionnement du circuit de dépression, l’étanchéité du circuit et le clapet de retenue ayant été vérifiés par le technicien.*

Ibd [bock] circuit de dépression [véhicule]

|  |
| --- |
| « subsystem »  : Isovac/ Servofrein |
| *:values*  Pression absolue 0,2 bar |
|  |

|  |
| --- |
| « subsystem »  : pompe à vide |
| *:values*  Pression absolue 1 bar (patm) |
|  |

: P atm

: P atm

: force

: W mécanique

: W pneumatique

: W pneumatique

: W mécanique

: force

*Données et hypothèses* : Dans un souci de simplification, nous associerons la mise au vide à une isotherme. Seul le servofrein est soumis à la dépression (le volume de la canalisation est négligeable). Le moteur thermique entrainant la pompe tourne au ralenti.

Les transformations d’admission et d’échappement sont des transformations purement mécaniques (transvasement) : Toutes les températures sont à 20°C.

* Vc = 0,143 dm3/cycle : cylindrée unitaire de la pompe
* Vmv = 4 dm3: volume servofrein
* V0 = Vmv
* V1 = Vmv+Vc
* p0 = patm = 105 Pa
* Np = 400 tr/min : fréquence de rotation de la pompe à vide au ralenti
* K = 0,75 tour par cycle

**Formulaire :**

* : cycles de la pompe par seconde (c/s)

**Rappel :**

* p.V = cte : loi des gaz parfaits pour une isotherme

*Fonctionnement de la pompe à dépression*

|  |  |
| --- | --- |
| e  **V = Vmv**  **Début admission 1’**  **l’air est aspiré dans la pompe**  **(θ = 0°)** | **Cycle n°1 : n = 1**  **Remarque :**  Le clapet d’admission s’ouvre avec l’apparition de la dépression induite par le déplacement angulaire de la palette et met en communication la pompe et le servofrein. L’admission peut commencer. **La pression p1’ est inférieure à p0 !**  1’-1 : admission de la masse d’air ma1 provenant du servofrein à pression constante **p1’=** **p1= cte** (transvasement).  **Remarque :**  La masse d’air ma1 est maintenant isolée. La palette ne permet plus l’arrivée d’air.  La surface définit la cylindrée unitaire **Vc**.  1-0 : compression de la masse d’air ma1 à **température constante : T = cte (isotherme)**  La surface définit le volume de la masse d’air ma1 comprimé.  **Remarque :**  Le clapet de refoulement (coté culasse) s’ouvre lorsque la pression de tarage est atteinte.  Le refoulement peut commencer.  0-0’ : refoulement de la masse d’air ma1 à pression constante **p0’ = p0 = patm** (transvasement).  **Remarque :**  Pour effectuer un cycle complet (admission, compression, refoulement), le rotor a parcouru un angle de 540 degrés soit 1,5 tour.  Les 2 faces de la palette travaillent simultanément ce qui permet de doubler le nombre de cycles par tour.  Un cycle est donc effectué tous les **0,75 tour**. |
| **V = Vmv + Vc**  **Fin admission 1 / Début compression**  **La cylindrée Vc est isolée**  **(θ = 270°)** |
| **Fin compression / Début échappement 0**  **L’air est evacué (θ = 450°)** |
| **Fin échappement 0’**  **(θ = 540°)** |

*On souhaite valider le fonctionnement du circuit de dépression.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1 :** | Déterminer χ le nombre de cycles par seconde au ralenti. |
| Feuille de copie |

**Étude cycle 1 : (n = 1)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-2 :** | Donner la forme littérale de p1 la pression absolue en [Pa] régnant dans le circuit à l’état 1 en fonction de l’état 0 (la pompe vient d’effectuer le premier cycle).  **Rappel :** la transformation est isotherme.  Faire l’application numérique.  Compléter DR1 Tab2 |
| Feuille de copie  DR1 Tab2 |

**Étude cycle 2 : (n = 2)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3 :** | Calculer la pression absolue p2 régnant dans le circuit (la pompe effectue son 2ème cycle) en tenant compte du rendement volumétrique. La pression à n cycles est de :  pn=po(0.97)n n : nombre de cycles de la pompe.  Compléter DR1 Tab3. |
| Feuille de copie  DR1 Tab3 |

**Étude au bout de 52 cycles**

Le constructeur de la pompe donne une valeur de dépression à calculer au bout de 52 cycles.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4 :** | Calculer p52 la pression absolue régnant dans le circuit en [Pa] (la pompe vient d’effectuer 52 cycles).  Compléter DR1 Tab3. |
| Feuille de copie  DR1 Tab3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-5 :** | À partir de la valeur calculée de χ, le nombre de cycles par seconde, calculer le temps théorique nécessaire pour accomplir les 52 cycles. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-6 :** | Déterminer à l’aide du document DR2 Graph4 le temps t de mise en dépression pour une valeur de – 800 mbar (pour la **pompe N3)**.  Compléter DR2 Graph4. |
| DR2 Graph4 |

Le compagnon mesure le temps de la mise en dépression du servofrein : t = 6 s.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-7 :** | Le fonctionnement du circuit de dépression est-il validé ?  Justifier la réponse. |
| Feuille de copie |

**Partie 3 : Vérification des performances du système d’assistance**

*L’objectif de cette partie est de déterminer les pressions cylindre pc aux cylindres de roues lors d’un freinage normal (****pas d’assistance de freinage d’urgence****)* *en partant de l’effort Fp généré par le conducteur sur la pédale de frein.*

*Le compagnon part faire un essai routier. Il dispose d’un pédomètre.*

**Étude de la pédale de frein**

**P**

**O**

*Paramétrage du système*



*Données et hypothèses* : l’effort mesuré au pédomètre pendant un essai routier correspond à la limite d’adhérence**.**

Le servofrein n’est pas représenté sur la figure.

L’effort du ressort de rappel de la pédale est négligé.

* Fp = 15 daN : effort généré au pédomètre sur la pédale ;
* Fe : Effort entrée du servofrein ;
* kp : rapport amplification de la pédale ;
* kmv : rapport amplification du servofrein ;
* kpmv : rapport amplification total (kpmv = kp × kmv) ;
* Sm : section active des pistons du maître-cylindre (Sm = 4,45.10-4 m2).

**Étude pédale**

*On souhaite déterminer kp le coefficient d’amplification pédale.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-1 :** | Déterminer à l’aide de la courbe amplification pédale, l’effort entrée Fe du servofrein en daN.  Compléter DR2 Graph5. |
| DT  DR2 Graph5 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-2 :** | Calculer la valeur de kp le coefficient d’amplification pédale pour ce point de fonctionnement. |
| Feuille de copie |

**Étude servofrein + pédale**

*On souhaite déterminer pc la pression hydraulique régnant dans le circuit de freinage pour un effort pédale donné.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-3 :** | Identifier en rouge sur la figure du document DR3 Fig6 la zone à la pression atmosphérique à l’intérieur du servofrein en freinage (valve ouverte).  Dans quelle chambre agit-elle ?  Compléter DR3 Fig6. |
| DT  DR3 Fig6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-4 :** | Identifier en bleu sur la figure du document DR3 Fig6 la zone de dépression à l’intérieur du servofrein en freinage ?  Dans quelle chambre agit-elle ?  Compléter DR3 Fig6. |
| DT  DR3 Fig6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-5 :** | Déterminer à l’aide de la courbe amplification (pédale avec servofrein), du document DR3 Graph7, la pression de sortie pc du maître-cylindre en bar.  Compléter DR3 Graph7. |
| DT  DR3 Graph7 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-6 :** | En déduire en fonction de la surface active des pistons du maître-cylindre, la valeur de Fc l’effort correspondant (pédale avec le servofrein) pour ce point de fonctionnement en daN. |
| DT  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-7:** | Calculer la valeur de kpmv le coefficient d’amplification total (pédale avec le servofrein) pour ce point de fonctionnement. |
| DT  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-8 :** | Calculer la valeur de kmv le coefficient d’amplification du servofrein pour ce point de fonctionnement. |
| Feuille de copie |

**Partie 4**: **Contrôle technique et remise en état**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1 :** | Pour notre cas de défaillance et en se référant au document technique « MÉTHODOLOGIE DE CONTRÔLE, ÉLÉMENTS CONTRÔLÉS ET DÉFAILLANCES ASSOCIÉES », rechercher :   * les valeurs limites de déséquilibre sur un essieu * les valeurs limites de l’efficacité du frein de service * les valeurs limites de l’efficacité du frein de stationnement |
| DT  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-2 :** | À partir des résultats du contrôle technique et des formules de calcul, calculer et remplir de document DR4 Tab8 :   * l’efficacité globale du frein de service * le déséquilibre de l’essieu avant   Compléter DR4 Tab8. |
| DT  DR4 Tab8 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-3 :** | Conclure quant à l’état du système de freinage concernant :   * Le déséquilibre de l’essieu avant * Le déséquilibre de l’essieu arrière * L’efficacité globale du frein de service * L’efficacité du frein de stationnement |
| DT  DR4 Tab8 (colonne droite) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-4 :** | Tracer en respectant l’échelle (1cm = 100daN) sur le schéma DR4 Fig9 représentant le véhicule vu de dessus, les efforts des rouleaux sur les roues relevés au banc de freinage pour le frein de service.  Compléter DR4 Fig9. |
| DR4 Fig9 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-5 :** | Quel est le comportement du véhicule dans ce cas de freinage ?  Justifier la réponse en 5 lignes maximum. |
| Feuille de copie |

*Le compagnon décide de contrôler le maître-cylindre.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-6 :** | À partir du dossier technique, dessiner sur le document réponse DR5 Fig10 la position du piston 5 (vert) en cas de fuite importante dans le circuit CH2 (correspondant à la diagonale (AVD, ARG)).  Compléter DR5 Fig10. |
| DT  DR5 Fig10 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-7 :** | La course de la pédale de frein a-t-elle augmenté ou diminué ? Justifier la réponse. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-8 :** | Peut-on conclure que cela correspond au défaut de freinage du véhicule ? Justifier la réponse. |
| Feuille de copie |

*Le compagnon décide de valider le système ESP.*

**Étude du système ESP**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-9 :** | À partir du dossier technique, compléter le schéma synoptique DR5 Fig11 des composants d’entrée et de sortie du calculateur d’ESP. |
| DT  DR5 Fig11 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-10 :** | Tracer en rouge sur le document réponse DR6 Fig12, le circuit de freinage sous pression en mode normal (sans régulation ABS ni ESP) jusqu’aux 4 étriers de roue.  Compléter DR6 Fig12. |
| DR6 Fig12 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-11 :** | Tracer en rouge sur le document réponse DR7 Fig13, le circuit de freinage en mode normal avec l’électrovanne d’admission AVD représentée en position fermée.  Compléter DR7 Fig13. |
| DR7 Fig13 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-12 :** | Quelle est l’incidence sur le freinage de la roue avant droite ? |
| Feuille de copie |

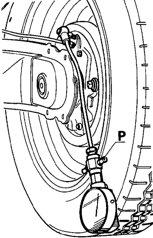
|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-13 :** | Quelle serait la pression dans l’étrier AVD ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-14 :** | Peut-on conclure que cela correspond au défaut concernant le véhicule ?  Justifier la réponse. |
| Feuille de copie |

Afin de valider le système hydraulique, le compagnon décide de mesurer la pression dans le circuit en fonction de l’effort appliqué à la pédale.

Pour cela il utilise :

* un pédomètre fixé sur la pédale de frein
* un manomètre installé à la place de la vis de purge de l’étrier AVD .

Pédomètre Manomètre

*Le compagnon met le moteur en marche et applique un effort de 150 N sur la pédale.*

*Il obtient une pression de 60 bars environ*.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-15 :** | En se référant à l’étude théorique (question 3-5 sur pc) et à la valeur de pression relevée, conclure quant à l’état du circuit hydraulique. |
| Feuille de copie |

*Le compagnon vient de recevoir les résultats de l’analyse du liquide de frein.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-16 :** | À partir des éléments de l’analyse dans le dossier technique, cocher en rouge dans le document réponse DR8 Tab14 les éléments hors limites.  Compléter DR8 Tab14. |
| DT  DR8 Tab14 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-17 :** | Quelles peuvent-être les conséquences :  🞏 Grippage d’un ou des piston(s) de l’étrier  🞏 Disque voilé  🞏 Abaissement de la température d’ébullition du liquide frein  🞏 Allumage du témoin voyant injection  Compléter DR8-Tab15  **Justifier les réponses.** |
| Feuille de copie  DR8-Tab15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-18 :** | Vis-à-vis du déséquilibre relevé :  🞏 Les 2 pistons sont grippés ?  🞏 Un seul est grippé ?  Compléter DR8-Tab16  **Justifier la réponse**. |
| Feuille de copie DR8-Tab16 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-19 :** | À partir des documents relatifs au liquide de frein, déterminer la température d’ébullition du liquide de frein actuel. |
| DT  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-20 :** | Quel est le danger d’une température d’ébullition diminuée ? |
| DT  Feuille de copie |