



Secrétariat Général

Direction générale des
ressources humaines

Sous-direction du recrutement

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2009

CONCOURS EXTERNE D'ACCES AU CORPS DES PLP

Section : maintenance des véhicules machines agricoles engins de chantier

**Rapport de jury présenté par Jacques PERRIN
Président de jury**

Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de jury

PLP Externe Génie mécanique
Option Maintenance Véhicules
Epreuve de Sciences et Techniques Industrielles
Session 2009
Commentaires du jury

Le système étudié est fabriqué dans une entreprise qui produit du matériel agricole. Il s'agit d'un équipement permettant le travail de la terre pour accélérer la dégradation des pailles, la réalisation d'un faux semis et la destruction des ravageurs.

Problématique :

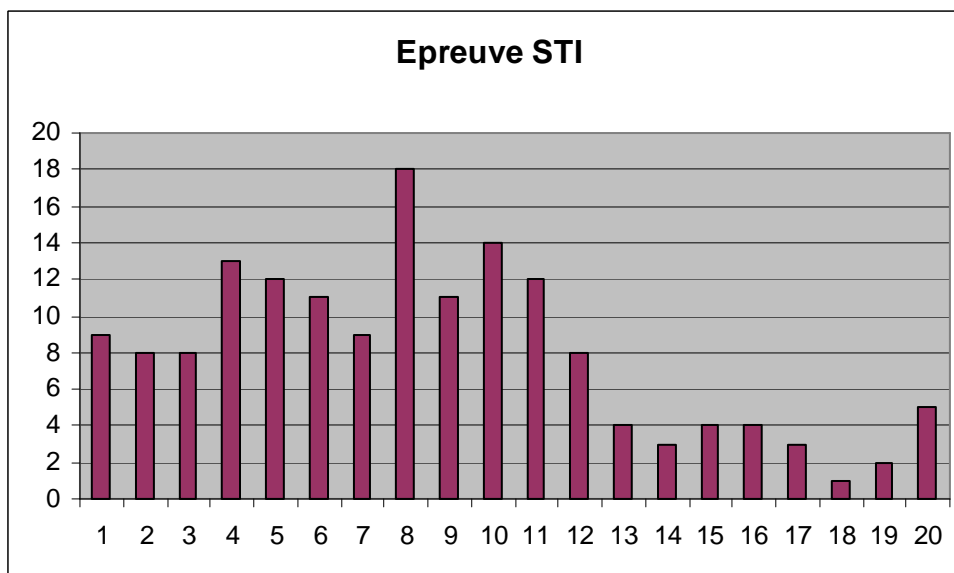
On propose de valider les modifications apportées au système pour passer d'une technologie hydraulique à une technologie mécanique.

Scénario de l'étude :

Le sujet comporte cinq parties. Les questions posées abordent différents champs de la mécanique : analyse fonctionnelle, modélisation, cinématique, statique, dynamique. La majorité des questions ne fait pas appel à des connaissances pointues, mais nécessite rigueur et justifications.

L'ensemble du sujet se voulait ouvert et les parties indépendantes, afin de permettre aux candidats de s'exprimer sur tous les domaines. La lecture attentive du sujet et des documents ressources permettait aux candidats d'aborder toutes les parties du sujet.

Étalement des notes



Les notes s'échelonnent entre 0 et 20. La moyenne est de 8,1/20. Le barème a été établi de manière à ce que les candidats puissent obtenir la note maximale sans traiter la totalité du sujet proposé.

1^{ère} PARTIE : *Analyse du fonctionnement*

Cette partie permettait d'appréhender le fonctionnement du mécanisme existant. Elle conduisait le candidat à synthétiser les différents documents fournis (extraits du cahier des charges fonctionnel).

Il était demandé aux candidats :

- D'effectuer une étude fonctionnelle à l'aide d'un diagramme FAST.
- De représenter sous forme simplifiée le système dans une position particulière.

Le jury a apprécié que tous les candidats traitent cette partie.

L'analyse fonctionnelle utilisant l'outil de description FAST a été bien traitée par seulement la moitié d'entre eux. Le jury attend l'emploi d'un vocabulaire technique précis et respectant le formalisme associé à cet outil.

Pour la représentation simplifiée, les tracés doivent être propres, rigoureux et les conclusions pertinentes.

2^{ème} PARTIE : *Caractérisation cinématique du système de compensation mécanique*

Il était demandé aux candidats :

- De mettre en place des conditions de fermetures géométriques afin d'établir des relations angulaires.
- De tracer des épures.

Seuls 40 % des candidats ont abordé cette partie. Pour plus de la moitié, l'écriture d'une condition de fermeture géométrique simple n'est pas maîtrisée.

Il est aussi regrettable que les outils mathématiques élémentaires (trigonométrie, projection, relation de Chasles...) ne soient pas connus.

Les lectures de courbes et les tracés d'épures sont trop imprécis. Le jury a souvent l'impression que le candidat ne perçoit pas la finalité des constructions graphiques demandées.

L'interprétation des résultats manque de rigueur et les conclusions sont trop rarement mises en relation avec les exigences du cahier des charges fonctionnel.

3^{ème} PARTIE : *Vérification des deux vérins hydrauliques*

Il était demandé aux candidats :

- D'appliquer la démarche classique de résolution d'un problème de statique.
- De résoudre les études de façons analytique et graphique.
- De valider le dimensionnement d'actionneurs.

Seul la moitié des candidats a abordé cette partie. Trop peu arrivent à mener à bien une étude simple et guidée de statique par manque de rigueur dans la préparation au concours.

La résolution graphique d'un problème de statique est méconnue par la quasi-totalité des candidats.

4^{ème} PARTIE : *Etude du sous-système élastique*

Il était demandé aux candidats :

- De produire un schéma cinématique.
- De réaliser une procédure de réglage.
- D'élaborer un graphe de montage.
- De caractériser le comportement dynamique de l'ensemble étudié.

90 % des candidats ont traité cette partie. Malheureusement, l'étude du comportement dynamique n'a quasiment pas été traitée.

Le jury constate que les outils de schématisation cinématique ne sont pas connus. Il y a confusion entre schéma cinématique et schéma technologique.

En revanche, le jury a apprécié que certains candidats aient un réel souci de communication conduisant à des propositions pertinentes de graphes de montage.

L'étude dynamique ne présentait pas de difficultés particulières et aurait dû permettre à plus de candidats, sérieusement préparés, d'obtenir les points relatifs à cette partie. La grande majorité des candidats n'a pas essayé de retrouver l'équation fournie dans le sujet.

5^{ème} PARTIE : *Validation d'une modification constructeur*

Il était demandé aux candidats :

- De vérifier la tenue au flambage du tirant.
- D'analyser une répartition de contraintes pour valider le choix du constructeur.

Cette partie a été abordée par seulement un candidat sur deux.

La vérification du tirant pouvait être traitée simplement à l'aide du formulaire de flambage fourni. La démarche n'a pas abouti par méconnaissance de la méthode de calcul du moment quadratique d'une section rectangulaire creuse.

La lecture des résultats de simulations informatiques donnant les répartitions de contraintes n'est pas encore acquise, l'exploitation reste donc très vague et sans lien avec le problème technique posé.

Conclusion :

Le jury rappelle aux futurs candidats qu'il est important de lire l'ensemble du sujet avant d'aborder le travail demandé (très souvent, les questions posées sont indépendantes).

Bien que la connaissance des lois et principes qui régissent la mécanique soit indispensable à la résolution des problèmes, la plupart des questions posées ne présentent généralement pas de difficultés majeures. Par conséquent, une préparation sérieuse à cette épreuve permet de traiter l'ensemble du sujet.

Il est évident que la maîtrise des écritures et des outils mathématiques est indispensable à la résolution des problèmes posés.

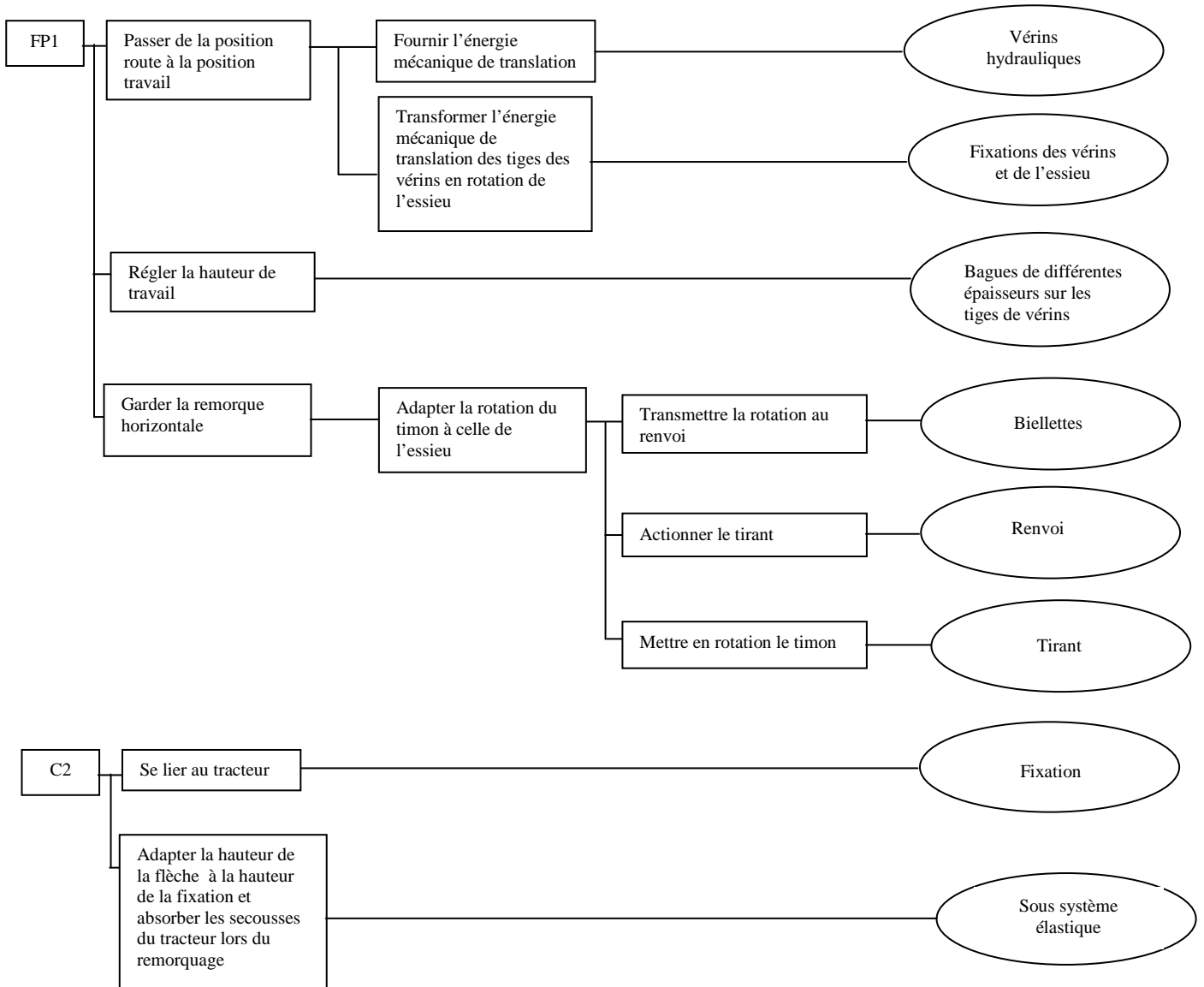
Cette année, le jury déplore que les candidats n'aient pas abordé l'ensemble des parties du sujet. Il regrette aussi le manque de soin apporté à la rédaction et aux tracés. Il invite les candidats à faire un effort important en ce qui concerne la grammaire et l'orthographe.

Proposition de correction

I Analyse du fonctionnement

1) Analyse interne du système

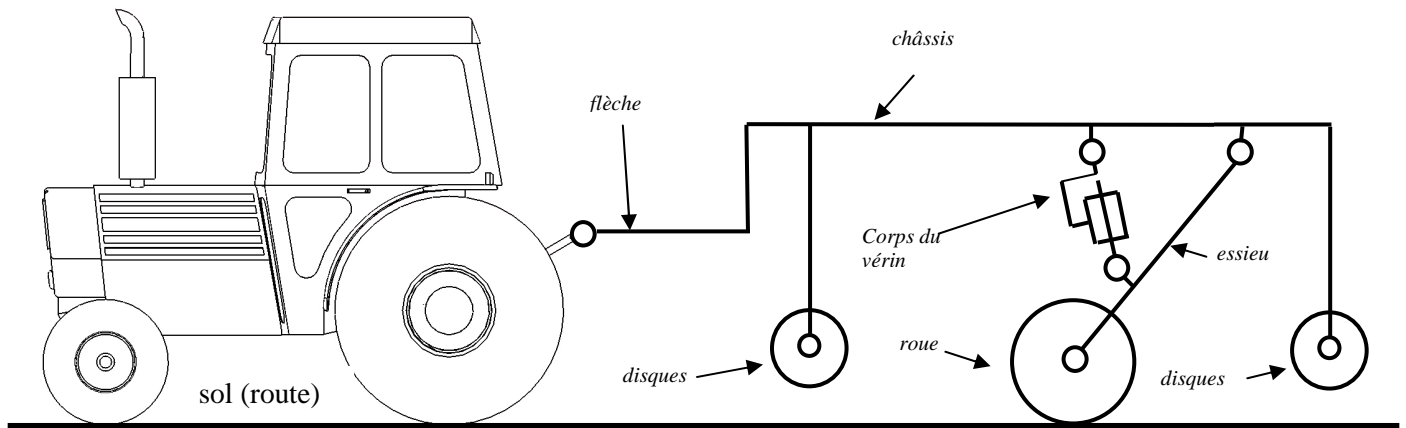
Question 1 : A partir de la description du système et des différents documents techniques, compléter le diagramme FAST sur le document réponse 1.



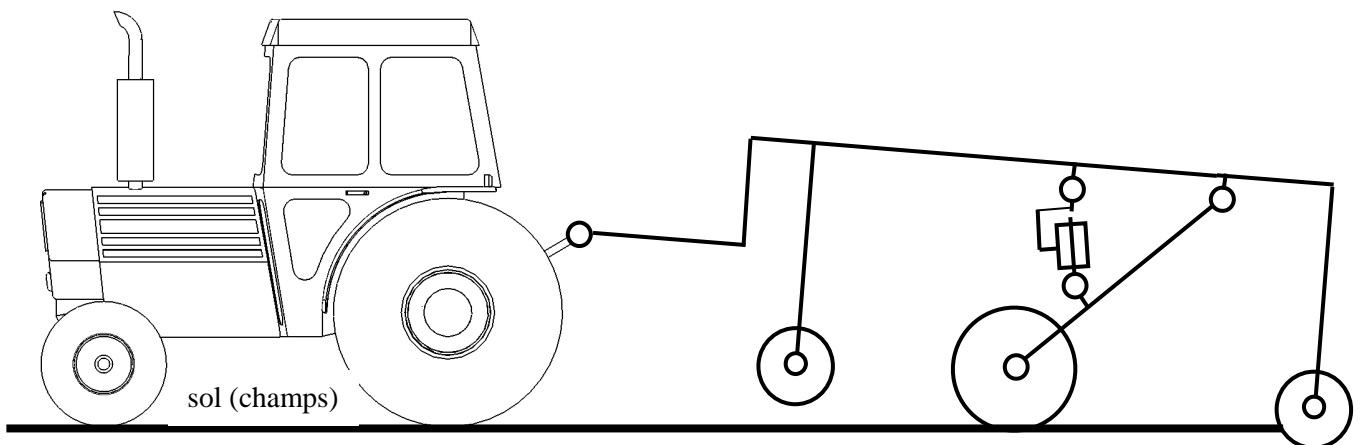
Proposition de correction

2) Mise en évidence de la nécessité du système de compensation :

Question 2 : Compléter le schéma cinématique en représentant les différentes pièces dans la position travail (document réponse 2 figure 2).



Position transport (figure 1)



Position travail (figure 2)

Question 3 : Préciser, la position du châssis et des disques par rapport au sol en position travail.

Le châssis n'est pas parallèle au sol ce qui provoque une différence de profondeur de travail entre les disques avant et les disques arrière.

Question 4 : Indiquer alors, sur le document réponse 2, si la fonction technique FT3 (voir diagramme FAST sur le document réponse 1) est respectée et conclure.

La fonction technique FT3 n'est pas respectée. Il est donc nécessaire de prévoir un dispositif permettant de maintenir le châssis parallèle au sol (système de compensation).

Proposition de correction

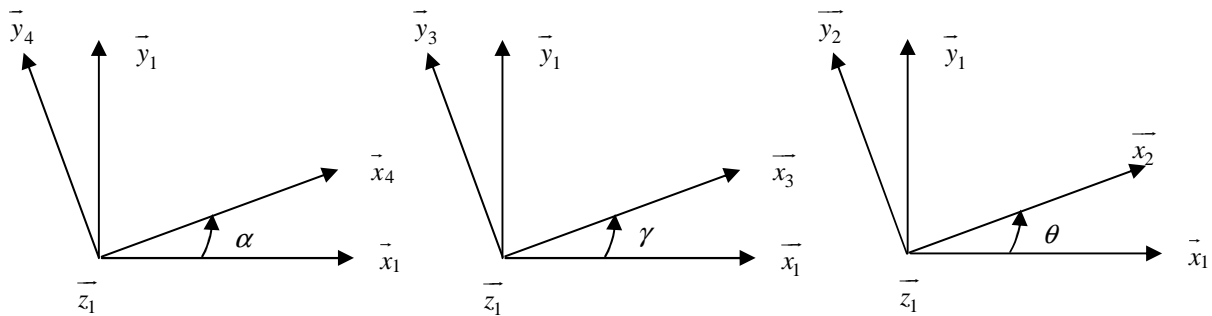
II Caractérisation cinématique du système de compensation mécanique

1) **Amplitude du déplacement angulaire du renvoi pour passer de la position transport à la position travail (15 cm de pénétration dans le sol) :**

Question 5 : Ecrire la condition de fermeture géométrique entre les points : O_1, I, H, F et E .

$$\overrightarrow{O_1I} + \overrightarrow{IH} + \overrightarrow{HF} + \overrightarrow{FE} + \overrightarrow{EO_1} = \vec{0} \quad e\vec{x}_1 - d\vec{y}_4 + l\vec{y}_3 + c\vec{y}_2 - h\vec{y}_1 = \vec{0}$$

Question 6 : En déduire deux équations scalaires en projection sur les axes \vec{x}_1 et \vec{y}_1 .



En projection sur \vec{x}_1 : $e + d \sin \alpha - l \sin \gamma - c \sin \theta = 0$

En projection sur \vec{y}_1 : $-d \cos \alpha + l \cos \gamma + c \cos \theta - h = 0$

Question 7 : Relever numériquement la variation angulaire $\Delta\theta$ de l'angle θ pour passer de la position transport à la position travail.

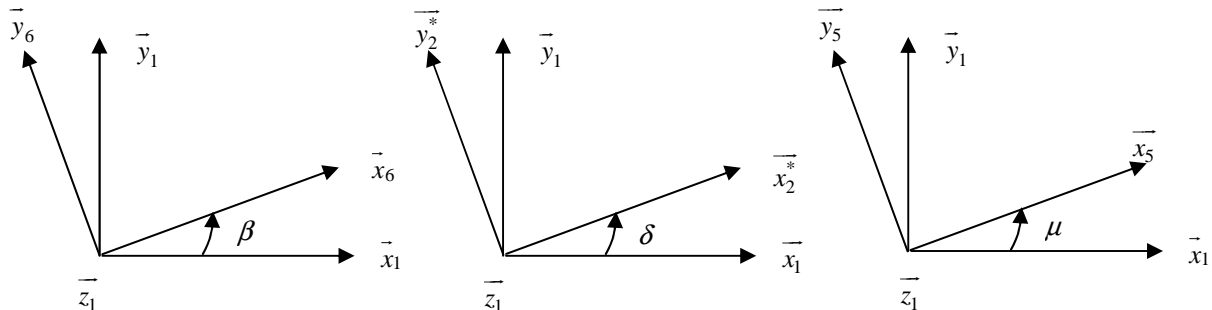
On obtient une variation de $111-57=54^\circ$

2) **Amplitude de déplacement angulaire de la flèche lors du passage de la position transport à la position à la position travail (15 cm de pénétration dans le sol) :**

Question 8 : Ecrire une condition de fermeture géométrique.

$$\overrightarrow{O_1E} + \overrightarrow{ED} + \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BO_1} = \vec{0} \quad h\vec{y}_1 + b\vec{x}_2^* - i\vec{x}_5 - a\vec{x}_6 + g\vec{x}_1 = \vec{0}$$

Question 9 : En déduire deux équations scalaires en projection sur les axes \vec{x}_1 et \vec{y}_1 .



En projection sur \vec{x}_1 : $b \cos \delta - i \cos \mu - a \cos \beta + g = 0$

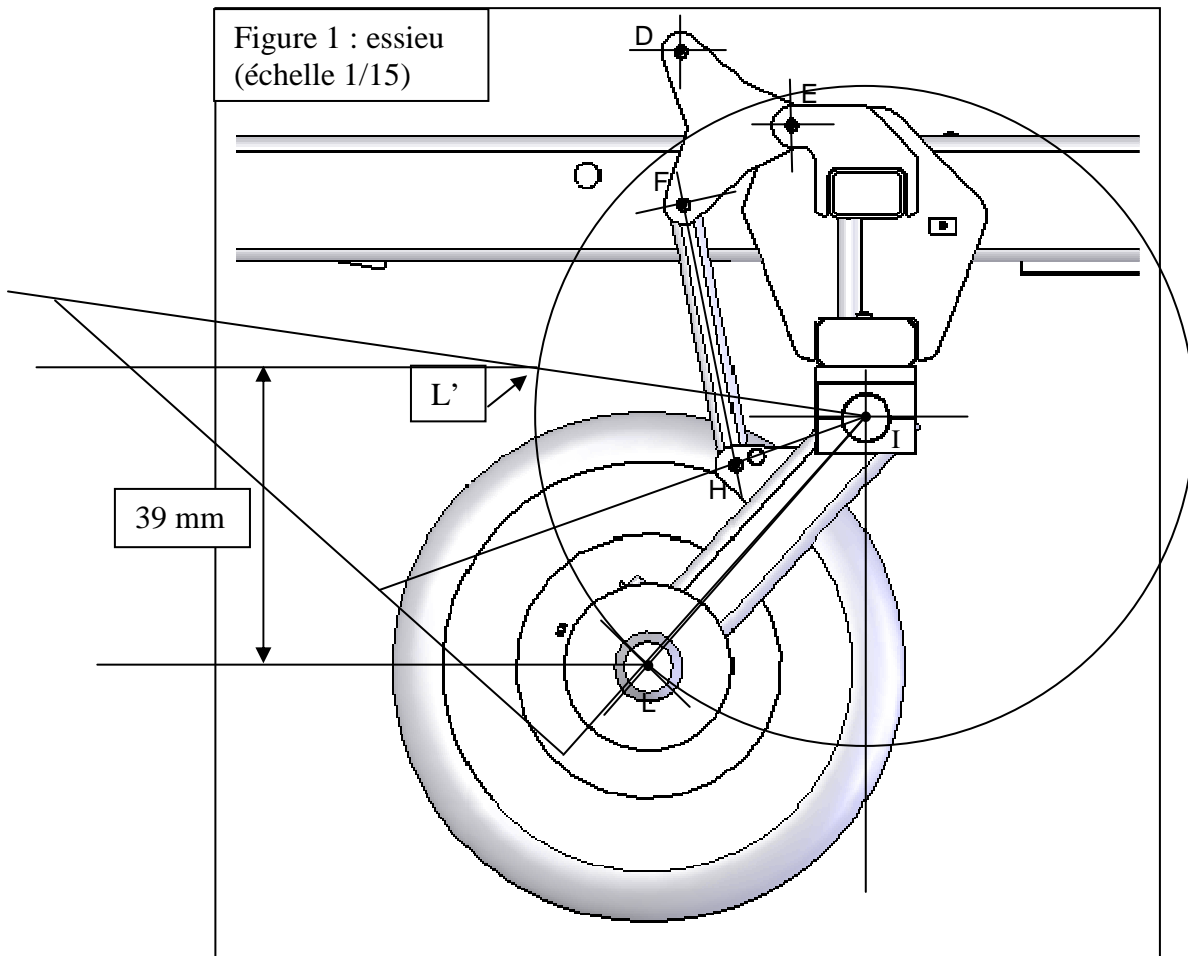
En projection sur \vec{y}_1 : $h + b \sin \delta - i \sin \mu - a \sin \beta = 0$

Proposition de correction

Question 10 : Déterminer numériquement la variation angulaire $\Delta\beta$ de l'angle β pour passer de la position transport à la position travail.
On obtient une variation de -17° .

3) Amplitude de déplacement de l'extrémité de la flèche (point A)

Question 11 : Tracer l'épure de la position de l'essieu en position travail (correspondant à la variation de l'angle α) et en déduire la valeur de la variation en hauteur du point L centre de la roue.

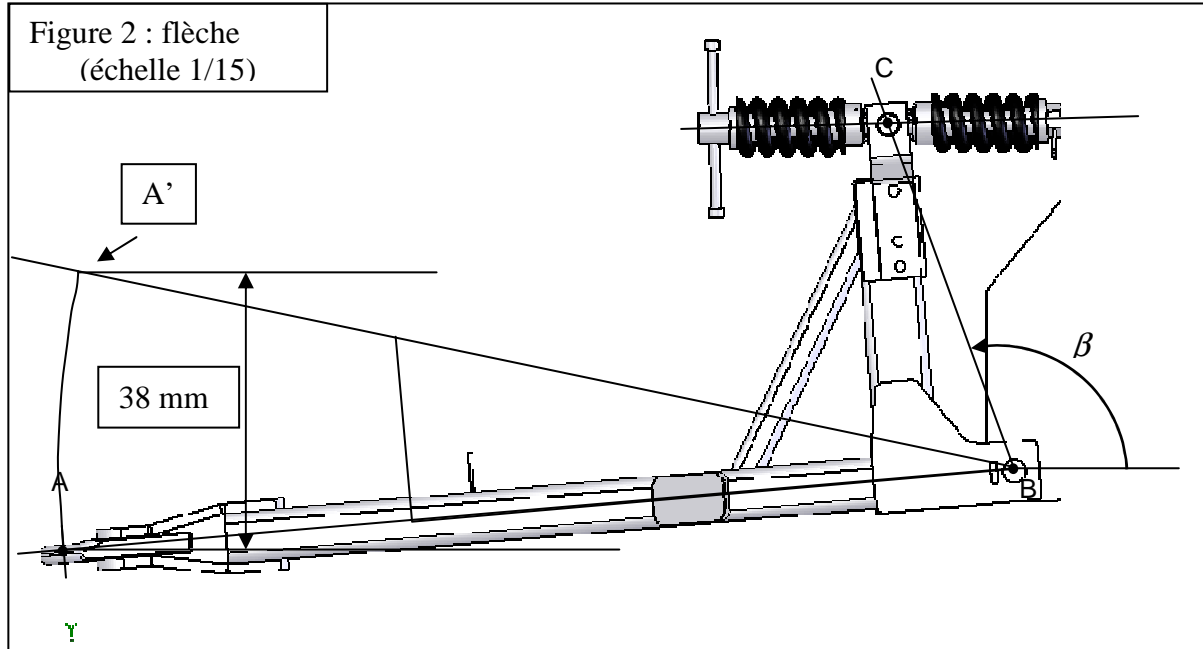


La variation de hauteur du point L est de $39 \cdot 15 = 595$ mm

Proposition de correction

Question 12 : Sur le document réponse 3 (figure 2), la flèche est représentée en position transport.

Tracer l'épure de la position de la flèche pour la position travail (correspondant à la variation de l'angle β) et en déduire la valeur de la variation en hauteur du point A extrémité de la flèche.



La variation de hauteur du point A est de $38 * 15 = 580$ mm

Question 13 : Comparer les valeurs obtenues, et dans l'éventualité d'une différence préciser l'incidence qu'elle va avoir.

La deux valeurs sont très proches (aux approximations du tracé près), on peut donc dire que le châssis reste parallèle au sol lors du passage de la position transport) à la position travail.

III Vérification des 2 vérins hydrauliques

1) Equilibre de l'ensemble (S) du Cros over en position haute

Question 14 : Ecrire le torseur d'action mécanique transmissible $\{\mathcal{C}_{sol \rightarrow S}\}$ en J.

$$\{\mathcal{C}_{sol \rightarrow S}\} = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 2Y_{roue \rightarrow S} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}}_R$$

Proposition de correction

Question 15 : Appliquer le principe fondamental de la statique à l'ensemble S au point J

On isole l'ensemble S, il subit :

- l'action de la pesanteur

$$\{\mathcal{T}_{pes \rightarrow S}\} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} -38500\vec{y} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}_R = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{c} -38500\vec{y} \\ \overline{JG} \wedge -38500\vec{y} \end{array} \right\}}_R = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{c} -38500\vec{y} \\ (-260\vec{x} + 1400\vec{y}) \wedge -38500\vec{y} \end{array} \right\}}_R$$

- l'action du tracteur

$$\{\mathcal{T}_{trac \rightarrow S}\} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{c} Y_{trac \rightarrow S}\vec{y} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}_R = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{c} Y_{trac \rightarrow S}\vec{y} \\ \overline{JA} \wedge Y_{trac \rightarrow S}\vec{y} \end{array} \right\}}_R = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{c} Y_{trac \rightarrow S}\vec{y} \\ (-5000\vec{x} + 785\vec{y}) \wedge Y_{trac \rightarrow S}\vec{y} \end{array} \right\}}_R$$

- l'action du sol

$$\{\mathcal{T}_{sol \rightarrow S}\} = \underset{J}{\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 2Y_{roue \rightarrow S} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}}_R$$

Question 16 : En déduire la valeur de $Y_{(trac \rightarrow S)}$.

L'équation de résultante en projection sur \vec{y} donne : $2Y_{roue \rightarrow S} - 38500 + Y_{trac \rightarrow S} = 0$

L'équation du moment en projection sur \vec{z} donne : $0,26.38500 - 5.Y_{trac \rightarrow S} = 0$

On en déduit : $Y_{trac \rightarrow S} = 2000N$

2) Equilibre de la flèche

Question 17 : Ecrire le torseur d'action mécanique transmissible $\{\mathcal{T}_{cha \rightarrow flèche}\}$ par la liaison entre la flèche et le châssis au point B.

$$\{\mathcal{T}_{cha \rightarrow flèche}\} = \underset{B}{\left\{ \begin{array}{cc} X_B & L_B \\ Y_B & M_B \\ Z_B & 0 \end{array} \right\}}_R \text{ (liaison pivot d'axe } B\vec{z}\text{)}$$

Question 18 : Appliquer le principe fondamental de la statique à la flèche au point B.

On isole la flèche, elle subit :

- l'action du châssis : $\{\mathcal{T}_{cha \rightarrow flèche}\} = \underset{B}{\left\{ \begin{array}{cc} X_B & L_B \\ Y_B & M_B \\ Z_B & 0 \end{array} \right\}}_R$

- l'action du tracteur : $\{\mathcal{T}_{trac \rightarrow flèche}\} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 2100 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}}_R$

- l'action de la pesanteur : $\{\mathcal{T}_{pes \rightarrow flèche}\} = \underset{G_1}{\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -1460 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}}_R$

Proposition de correction

- l'action de l'ensemble S_1 (noix + tirant) : $\left\{ \mathcal{C}_{S_1 \rightarrow fl\grave{e}} \right\} = \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} X_{S_1 \rightarrow fl\grave{e}} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_R \\ C \end{matrix}$

L'équation du moment en projection sur \vec{z} est suffisante.

$$0,62.1460 - 1,9.2100 - 0,687.X_{S_1 \rightarrow fl\grave{e}} = 0$$

Question 19 : En déduire la valeur de $X_{(S_1 \rightarrow fl\grave{e})}$.

$$X_{S_1 \rightarrow fl\grave{e}} = -4450N$$

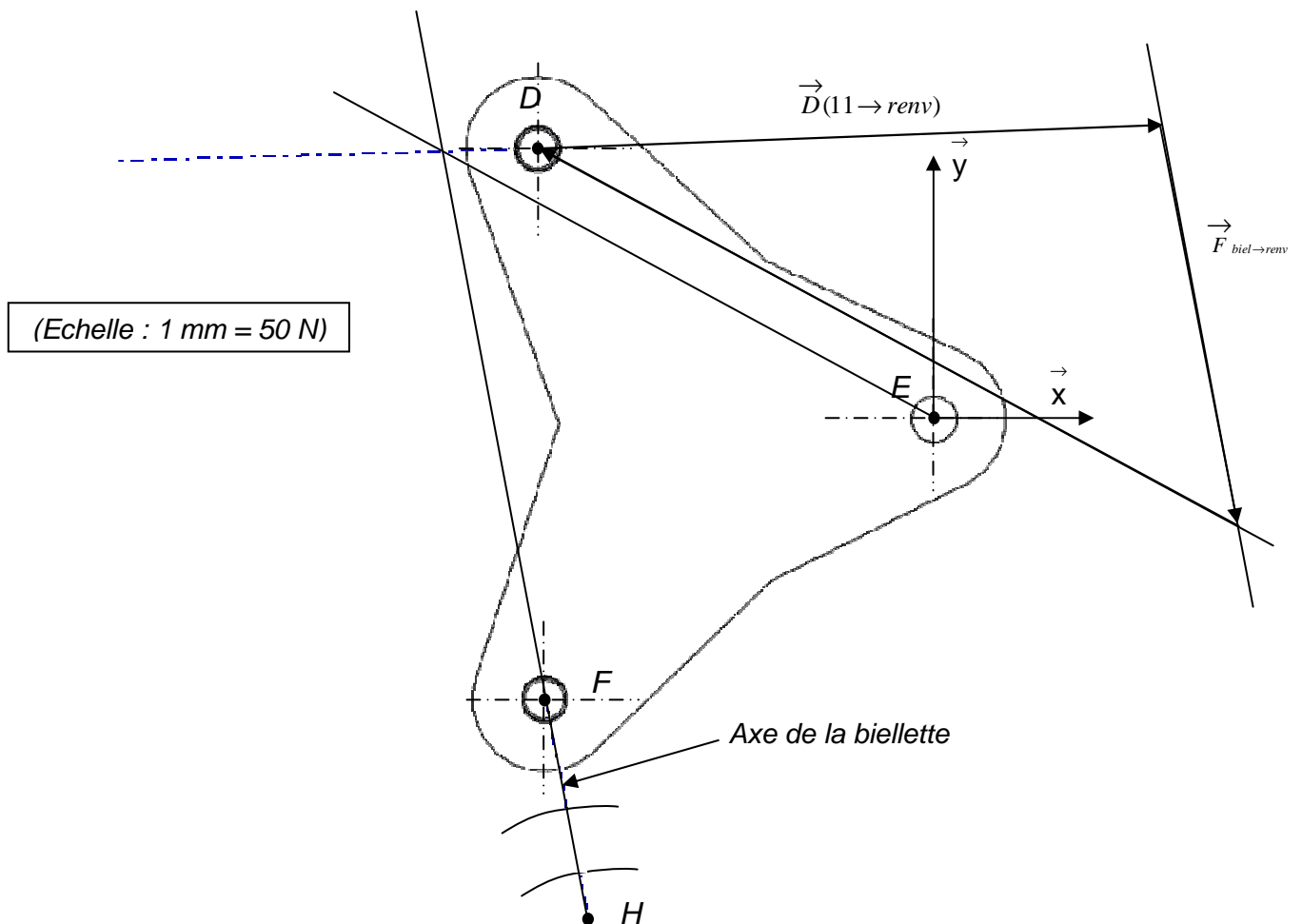
3) Equilibre du renvoi

Question 20 : Justifier le support de : $\vec{F}_{(biel \rightarrow rev)}$ en F.

La biellette est soumise uniquement à 2 actions mécaniques modélisables par des glisseurs leur droite support passe donc par les points H et F

Question 21 : Traduire l'équilibre du renvoi et déterminer par une résolution graphique

l'action $\vec{F}_{(biel \rightarrow rev)}$ de la biellette sur le renvoi en F. On précisera rapidement la démarche utilisée.



On obtient $\left\| \vec{F}_{biel \rightarrow rev} \right\| = 2600N$

Proposition de correction

4) Equilibre de l'ensemble (S2) : { essieu ; roues }

Question 22 : Préciser la démarche qui a permis d'écrire cette équation.

*Application du Principe fondamental de la statique à l'ensemble S2,
Ecriture du théorème du moment statique en projection sur \vec{z}*

Question 23 : Vérifier que les vérins conviennent pour la version à compensation mécanique.

$$\|L_{\text{vér} \rightarrow S_2}\| = \frac{0,436.18210 + 0,276.2700}{0,44} = 19740N$$

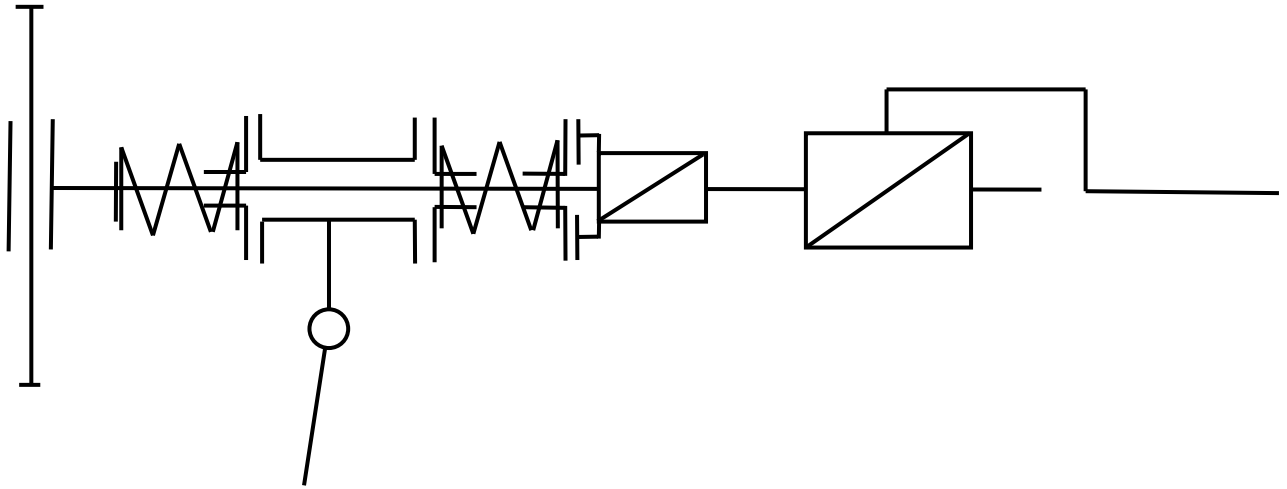
$$\text{Effort maximal d'un vérin : } F_{\text{max}} = 1,8.10^7 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (80.10^{-3})^2 = 90000N$$

Les vérins sont (encore) largement dimensionnés.

Proposition de correction

IV Etude du sous système « élastique »

Question 24 : A partir du plan d'ensemble, compléter le document réponse 5 (figure 1) : schéma cinématique du sous système élastique.

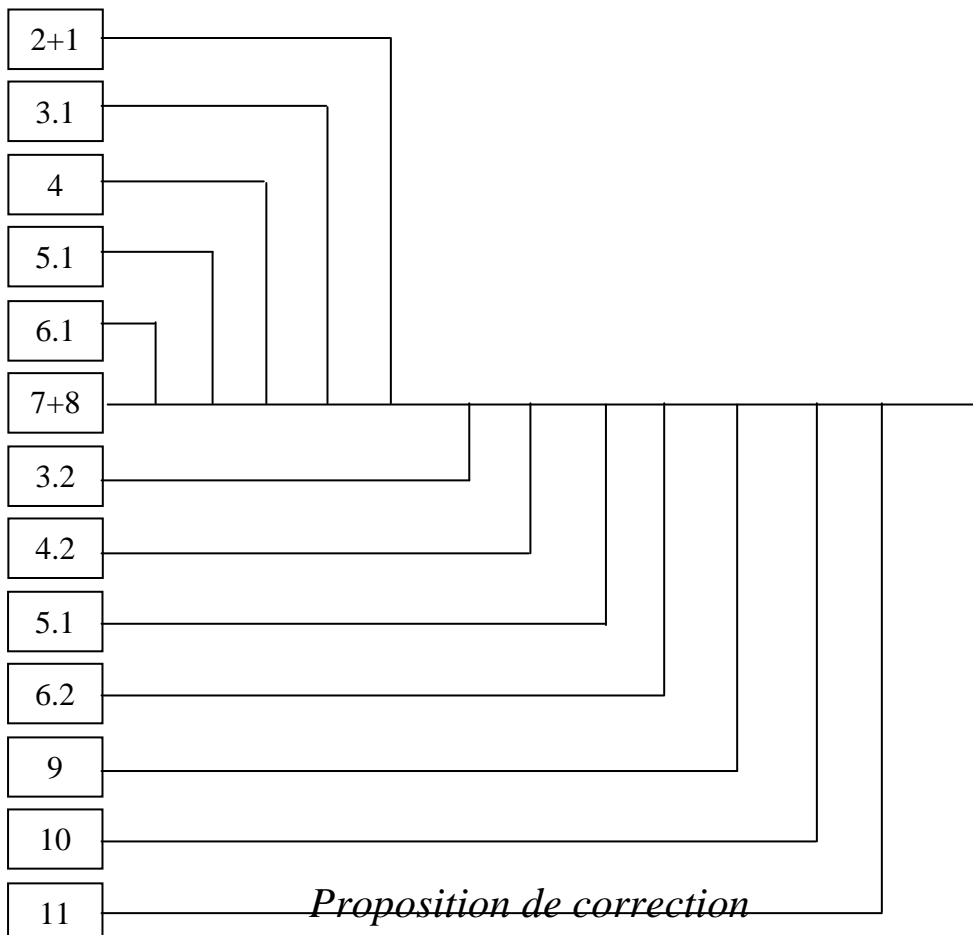


Remarque : les butées à billes peuvent aussi être modélisées par des liaisons rotules.

Question 25 : Préciser (sur le document réponse 5) la procédure à réaliser pour régler en hauteur la flèche du Cros Over en X, afin d'adapter le système à différents tracteurs.

Desserrer 10 puis manœuvrer 8 pour mettre en rotation 7, resserrer 10

Question 26 : On désire changer les 2 butées à billes : proposer sur le document réponse 5 (figure 2) un graphe de montage permettant de réaliser cette maintenance.



Proposition de correction

Question 27 : Expliquer brièvement l'utilité de ce sous système « élastique »

Absorber les secousses de la route et éviter de transmettre les différents chaos de la route au système de compensation

Question 28 : A partir de l'écriture au point B du principe fondamental de la dynamique en projection sur l'axe \vec{Bz}_7 montrer que l'expression de l'accélération angulaire de la flèche est la suivante :

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{a.F - m.g.d}{I_{Bz}} - \frac{2.b^2.K}{I_{Bz}}.\varphi(t)$$

$$\left\{ \mathcal{C}_{res1et2 \rightarrow flèche} \right\} = \begin{cases} 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \\ \vec{0} \end{cases} \underset{C}{=} \begin{cases} 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \\ \vec{BC} \wedge 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \\ (c\vec{x}_7 + b\vec{y}_7) \wedge 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} 2.K.b.\varphi(t).\vec{x}_7 \\ -2.K.b^2.\varphi(t).\vec{z}_7 \end{cases}$$

$$\left\{ \mathcal{C}_{pes \rightarrow flèche} \right\} = \begin{cases} -m.g.\vec{y}_7 \\ \vec{0} \end{cases} \underset{G_1}{=} \begin{cases} -m.g.\vec{y}_7 \\ \vec{BG}_1 \wedge -m.g.\vec{y}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} -m.g.\vec{y}_7 \\ d\vec{x}_7 \wedge -m.g.\vec{y}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} -m.g.\vec{y}_7 \\ -m.d.g.\vec{z}_7 \end{cases}$$

$$\left\{ \mathcal{C}_{trac \rightarrow flèche} \right\} = \begin{cases} F.\vec{y}_7 \\ \vec{0} \end{cases} \underset{A}{=} \begin{cases} F.\vec{y}_7 \\ \vec{BA} \wedge F.\vec{y}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} F.\vec{y}_7 \\ a\vec{x}_7 \wedge F.\vec{y}_7 \end{cases} \underset{B}{=} \begin{cases} F.\vec{y}_7 \\ a.F.\vec{z}_7 \end{cases}$$

Le principe fondamental de la dynamique appliqué à la flèche en projection sur l'axe \vec{Bz}_7 donne :

$$I_{Bz}.\ddot{\varphi}(t) = a.F - m.g.d - 2.b^2.K.\varphi(t)$$

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{a.F - m.g.d}{I_{Bz}} - \frac{2.b^2.K}{I_{Bz}}.\varphi(t)$$

Question 29 : Ecrire l'équation d'équilibre statique autour de l'axe \vec{Bz}_7 .

$$a.F_0 - m.g.d - 2.b^2.K.\varphi_0 = 0$$

Question 30 : En posant $\varphi^*(t) = \varphi(t) - \varphi_0$ et $F^*(t) = F(t) - F_0$, écrire l'équation des petits mouvements autour de la position d'équilibre statique.

$$I_{Bz}.\ddot{\varphi}(t) = a.F(t) - m.g.d - 2.b^2.K.\varphi(t) - a.F_0 + m.g.d + 2.b^2.K.\varphi_0$$

$$I_{Bz}.\ddot{\varphi}(t) = a.(F(t) - F_0) - 2.b^2.K.(\varphi(t) - \varphi_0)$$

$$I_{Bz}.\ddot{\varphi}^*(t) = a.F^*(t) - 2.b^2.K.\varphi^*(t)$$

On suppose dans une étude approchée que l'action du tracteur sur la fourche en terrain accidenté prend la forme :

$$F(t) = F_0 + F_1 \sin(\omega t) \text{ avec } F_0 = 2000N, F_1 = 4000N, f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ et } 0 < f < 10H_z$$

Proposition de correction

Question 31 : Vérifier que la raideur des ressorts permette d'obtenir une fréquence propre du système différente de la fréquence f , afin d'éviter les phénomènes de résonance.

$$I_{Bz} \cdot \ddot{\varphi}^*(t) = a \cdot F^*(t) - 2 \cdot b^2 \cdot K \cdot \varphi^*(t)$$

$$I_{Bz} \cdot \ddot{\varphi}^*(t) = a \cdot F_1 \sin(\omega t) - 2 \cdot b^2 \cdot K \cdot \varphi^*(t)$$

$$\text{La pulsation propre est donnée par : } \omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot b^2 \cdot K}{I_{Bz}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7^2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^6}{46,3 + 146 \cdot 0,6^2}} = 147 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Et la fréquence propre par : } f = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{147}{2\pi} = 23,4 \text{ Hz}$$

On est assez loin de la fréquence de la route, donc pas de problème de résonance.

V Vérification du tirant au flambage :

Question 32 : A l'aide du formulaire de résistance des matériaux : calculer le coefficient d'élanement de la poutre et vérifier que le tirant résiste aux efforts.

$$\lambda = \frac{L}{\rho} = \frac{L}{\sqrt{\frac{b_{ext}^4 - b_{int}^4}{12(b_{ext}^2 - b_{int}^2)}}} = \frac{3400}{\sqrt{\frac{70^4 - 60^4}{12(70^2 - 60^2)}}} = 127 \text{ (poutre élanée)}$$

$$F_{adm} = \frac{R_{pc} \cdot S}{2 \cdot \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} \quad \text{avec} \quad \lambda_c^2 = \frac{\pi^2 \cdot E}{R_e} = \frac{\pi^2 \cdot 210000}{355} = 5832$$
$$\lambda_c = 76,3$$

$$F_{adm} = \frac{R_{pc} \cdot S}{2 \cdot \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = \frac{100 \cdot 10^6 \cdot (70^2 - 60^2) \cdot 10^{-6}}{2 \cdot \left(\frac{127}{76,3}\right)^2} = 23500 \text{ N}$$

Le tirant est correctement dimensionné.

VI Validation de la modification de la fixation du tube transversal de l'essieu

L'objectif de cette partie est de valider la modification du constructeur qui a consisté à lier (par soudage) les deux pattes assurant l'articulation avec la biellette à la fois au tube transversal et au tube de l'essieu. Cette modification doit permettre de soulager les soudures entre le tube transversal et les bras de l'essieu.

1) Analyse de la solution initiale (Tube transversal soudé aux deux extrémités sur les bras de l'essieu) :

Question 33 : Préciser le nombre d'inconnues statiques du problème ainsi modélisé.

Le problème comporte 6 inconnues statiques, il est donc hyperstatique d'ordre 3.

Question 34 : Expliciter en quelques lignes une méthode de résolution qui permette de déterminer les inconnues de liaisons en A et B.

Pour lever l'hyperstatisme on peut utiliser une méthode énergétique (énergie de déformation) ou introduire des conditions aux limites.

Proposition de correction

Question 35 : *Donner la valeur de la contrainte maximale et préciser sa localisation.*
La valeur est maximale aux extrémités et elle vaut 33 MPa.

2) Validation de la solution actuelle *(Tube transversal soudé aux deux extrémités sur les bras de l'essieu + pattes d'articulation soudées sur le tube d'essieu)*

Question 36 : *Donner la valeur de la contrainte maximale et préciser sa localisation.*
Valeur maximale 23 MPa localisée sur la patte de renfort.

Question 37 : *La modification proposée par le constructeur vous paraît-elle judicieuse ?*
La contrainte maximale est plus faible mais surtout elle n'est plus localisée aux extrémités de la poutre, les soudures sont donc moins sollicitées, la solution proposée par le constructeur est donc judicieuse.

CAPLP Externe Génie mécanique
Option M.V.M.A.E.C.
Epreuve d'Etude d'un Système et/ou d'un Processus Technique

SESSION 2009 - Commentaires du jury

- Nombre de copies corrigées : 143
- Moyenne générale : 9,66/20 Note la plus basse : 0,6/20 Note la plus haute : 15,4/20

Cette épreuve devait permettre d'évaluer les connaissances des candidats eu égard aux différents domaines de la spécialité.

L'étude portait sur le système ESP de la Citroën C6.

Le sujet comportait 13 parties.

1. Entrées et sorties du système
2. Définition du niveau d'implication des capteurs
3. Etude du capteur de vitesse de roue
4. Etude du capteur volant
 - Pas d'observations pour ces 4 premières parties.
5. Modélisation du freinage
 - Question 5.1. : cette question a été globalement bien traitée.
6. Limitation du modèle
 - Question 6.1. : peu de candidats ont réussi à retrouver la formule du "moment adhérent limite" donnée dans le dossier technique. Certains candidats ont cherché à évaluer d'autres grandeurs.
7. Analyse du blocage d'une roue
 - Question 7.1. : la majorité des candidats sont parvenus à calculer les accélérations angulaires à partir des courbes fournies, néanmoins un nombre important de candidats n'ont pas réussi à définir l'évolution finale de la décélération de la roue (après le dépassement du moment adhérent limite).
 - Question 7.2. : certaines réponses ont manqué de rigueur.
8. Etude des régulations ABS et ASR
 - Pas d'observations.
9. Etude de composants
 - Les questions ont été traitées par la majorité des candidats. Les réponses aux questions 9.3. et 9.4. ont globalement manqué de clarté.

10. Commande des électrovannes

- Très peu de candidats ont répondu correctement à ces questions.

11. Comportement du véhicule en virage

- Certains candidats ont juste commencé à développer les applications numériques sans les effectuer complètement.
- Question 11.1. : cette question a été bien traitée par une majorité de candidats. Certains ont cru opportun (à tort) de faire intervenir l'accélération de la pesanteur dans ce calcul. Des candidats n'ont pas développé le calcul et n'ont pas justifié leur conclusion.
- Question 11.2 : un nombre significatif de candidats ne se sont guère souciés des unités.
- Questions 11.3. et 11.4. : ces questions ont globalement été bien traitées.

12. Etude théorique d'une correction de trajectoire par le système ESP

- Questions 12.1. et 12.2. : ces questions ont été peu abordées. La logique était pourtant la même que pour la question 11.3.
- Question 12.3. : les candidats parvenus à ce stade ont pratiquement tous bien traité cette question.

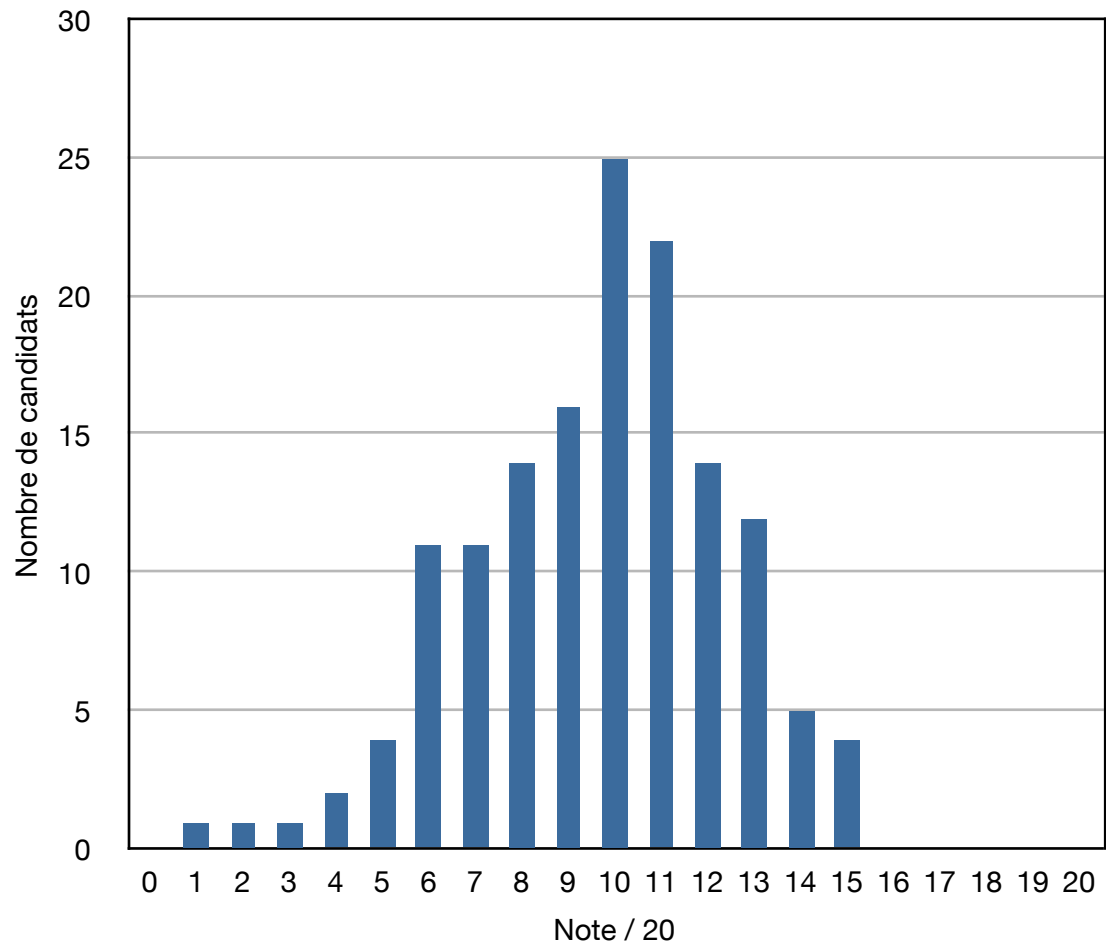
13. Analyse du fonctionnement du système pendant une régulation ESP

- Question 13.7. : certains candidats ont établi une liste de fonctions et non une liste de composants.
- Questions 13.8. à 13.12 : les hypothèses indiquées n'ont pas toujours été prises en considération. Les réponses aux questions "doubles" se sont parfois avérées incomplètes.

Autres remarques :

- Le jury a relevé occasionnellement dans les copies :
 - 1) des réponses quasi-illisibles,
 - 2) une argumentation et/ou une rédaction de qualité contestable,
 - 3) un non-respect des règles élémentaires d'orthographe.
- Sur le fond : il semble que certains candidats n'aient pas lu avec suffisamment d'attention le dossier technique, avec comme corollaire de nombreuses questions traitées superficiellement.

Courbe relative à la répartition des notes



SESSION DE 2009

C A / P L P

CONCOURS EXTERNE ET CAFEP

Section : GENIE MECANIQUE

Option

Maintenance des véhicules, machines agricoles et engins de chantier

DOSSIER DE TRAVAIL *CORRIGÉ*

L'ensemble du dossier sera rendu en fin d'épreuve.

S'il le souhaite, le candidat est invité à ajouter des commentaires sur une feuille de copie en ayant soin d'indiquer le numéro de la question.

Ce dossier contient 30 pages

Sommaire

Paragraphe	page
1. Entrées et sorties du système	5
2. Définition du niveau d'implication des capteurs	6
3. Etude du capteur de vitesse de roue	6
4. Etude du capteur volant	8
5. Modélisation du freinage	10
6. Limitation du modèle	11
7. Analyse du risque de blocage d'une roue	11
8. Etude des régulations ABS et ASR	14
9. Etude de composants	15
10. Commande des électrovannes	16
11. Comportement du véhicule en virage	18
12. Etude théorique d'une correction de trajectoire par le système ESP	20
13. Analyse du fonctionnement du système pendant une régulation ESP	21

Temps conseillé et barème

Temps indicatifs de lecture du Dossier Technique :

- Partie 1 “Etude technique” : 40 mn
- Partie 2 “Analyse mécanique” : 40 mn

Question	à connotation...	nombre de points attribués	<i>temps conseillé en minutes</i>	nombre de points attribués	<i>temps conseillé en minutes</i>
1.1.	“technologique”	19	15		
2.1.	technologique	19	15		
3.1.	technologique	2	5		
3.2.	technologique	6	15		
4.1.	technologique	4	10		
4.2.	technologique	3	5		
4.3.	technologique	2	5		
4.4.	technologique	3	5		
5.1.	“mécanique”			3	5
6.1.	mécanique			3	5
7.1.	mécanique			8	15
7.2.	mécanique			8	10
8.1.	technologique	8	20		
8.2.	technologique	17	35		
9.1.	technologique	4	15		
9.2.	technologique	2	5		
9.3.	technologique	2	5		
9.4.	technologique	2	5		
10.1.	technologique	2	10		
10.2.	technologique	1	5		
10.3.	technologique	1	5		
11.1.	mécanique			4	5
11.2.	mécanique			4	5

11.3.	mécanique			6	10
11.4.	mécanique			2	5
12.1.	mécanique			6	10
12.2.	mécanique			2	5
12.3.	mécanique			4	5
13.1.	technologique	3	10		
13.2.	technologique	1,5	5		
13.3.	technologique	2	5		
13.4.	technologique	4,5	10		
13.5.	technologique	1	5		
13.6.	technologique	4	15		
13.7.	technologique	11	25		
13.8.	technologique	9	20		
13.9.	technologique	4	10		
13.10.	technologique	9	20		
13.11.	technologique	2	10		
13.12.	technologique	2	5		
Total		150	320	50	80

1. Entrées et sorties du système

- 1.1. A l'aide du dossier technique du système, et notamment des schémas électriques du véhicule, recenser les Entrées / Sorties de l'Unité de Commande Electrique du groupe hydraulique de Contrôle Dynamique de Stabilité (CDS ou ESP).

REPONSES

12 Entrées :

- 1. Vitesse des roues**
- 2. vitesse de lacet et accélération latérale du véhicule**
- 3. angle et vitesse du volant de direction**
- 4. Information état du moteur (position pédale accélérateur, vitesse moteur)**
- 5. Position de pédale de frein**
- 6. Tension d'alimentation de l'Unité de Contrôle Electronique et de commande des actionneurs (bobines des électrovannes EV et pompe) du groupe hydraulique de Contrôle Dynamique de Stabilité**
- 7. Signal électrique ON/OFF du contacteur d'inhibition**
- 8. Information pression de commande de freinage**
- 9. Niveau de liquide de frein (indication d'un niveau de liquide de frein trop bas)**
- 10. Indication d'usure des plaquettes de frein**
- 11. Informations d'états de la boîte de vitesses automatique**
- 12. Interface de la ligne diagnostic**

7 Sorties :

- 1. Commandes des 12 électrovannes (contrôle de la pression de freinage des 4 roues)**
- 2. Commande de la pompe du groupe hydraulique**
- 3. Demande de couple moteur à l'UCE de contrôle moteur**
- 4. Vitesse du véhicule transmise sur le réseau CAN**
- 5. Allumage/extinction des témoins d'avertissement de l'état du niveau du liquide de freins et de l'état d'usure des plaquettes de freins**
- 6. Messagerie de surveillance d'éventuels défauts du système ESP**
- 7. Etat imposé à la commande de boîte de vitesses automatique**

2. Définition du niveau d'implication des capteurs

2.1. A l'aide du dossier technique, identifier, en complétant le tableau ci-dessous, les capteurs qui participent aux différentes fonctions de sécurité active.

Capteurs \ Fonctions	ABS	ASR	ESP	REF	AFU	MSR
de vitesse de roue	X	X	X	X	X	X
de position pédale de frein	X	X	X	X	X	X
de position accélérateur via l'UCE de contrôle moteur		X	X		X	X
de volant de direction			X			
de mouvement de lacet et accélération latérale			X			
d'inhibition		X	X			
de pression de freinage		X	X	X	X	X

Nous développerons ci-après, l'étude de deux capteurs du système.

3. Etude du capteur de vitesse de roue

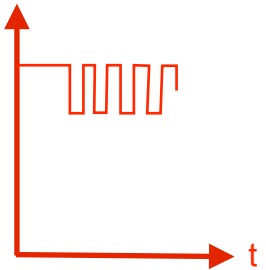
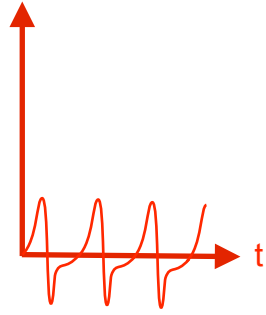
Deux principes physiques sont couramment utilisés pour mesurer la vitesse des roues.

3.1. Identifier, à partir du dossier technique, le principe utilisé dans le système étudié. Cocher votre réponse ci-dessous :

capteur magnéto-résistif ou à effet Hall

capteur inductif à réluctance variable (dit "magnétique" ou "inductif")

3.2. Comparer, d'un point de vue maintenance, les technologies de ces capteurs de vitesse. Pour cela, proposer des contrôles à réaliser sur ces capteurs pour en valider le fonctionnement. Préciser les grandeurs mesurées, les points de mesure et la forme du signal attendu en sortie.

Type de capteur	Contrôles proposés	Outil de mesure et branchement	Signal attendu
magnéto-résistif ou à effet Hall	<ul style="list-style-type: none"> • Signal de sortie (forme et évolution de la période en fonction de la vitesse) 	<ul style="list-style-type: none"> • chaîne d'acquisition ou oscilloscope, mesure du signal entre A ou B et masse 	
à réluctance variable	<ul style="list-style-type: none"> • Continuité et isolement de l'enroulement bobiné • Entrefer • Ueff en sortie du capteur • Signal de sortie (forme et évolution de la période et de l'amplitude en fonction de la vitesse) 	<ul style="list-style-type: none"> • ohmètre entre A et B • ohmètre entre A et masse ainsi qu'entre B et masse • chaîne d'acquisition ou oscilloscope, mesure du signal entre A ou B et masse 	

4. Etude du capteur volant

A partir de la figure 10 du dossier technique (partie A), traduisant les informations transmises par le capteur volant, un agrandissement, reporté ci-après sur les figures 1 et 2, a été réalisé. Il permet de repérer les états logiques des sorties S1 et S2 dans chaque sens de rotation du volant.

4.1. Reporter les états logiques correspondants aux repères sur l'échelle de temps des niveaux logiques des sorties S1 et S2 dans chaque sens de rotation.

Sens trigonométrique						Sens horaire					
Temps : Sortie :	A	B	C	D	E	Temps : Sortie :	L	M	N	O	P
S1	1	1	0	0	1	S1	0	0	1	1	0
S2	0	1	1	0	0	S2	0	1	1	0	0

4.2. Quelles sont les informations transmises par le capteur volant après traitement du signal ?

REPONSES

- *Position du volant de direction*
- *Sens de rotation du volant*
- *Vitesse de rotation du volant*

4.3. Justifier la nécessité de la procédure de calibration du capteur en maintenance.

REPONSE

La procédure de calibration est nécessaire pour permettre la mesure angulaire de la rotation du volant à partir de la position « ligne droite ».

4.4. Dans quels cas d'intervention après-vente, cette calibration s'impose-t-elle ?

REPONSE

- *Echange ou dépose du capteur volant lors d'une intervention sur la colonne de direction*
- *Echange calculateur d'ESP*
- *Réglage des trains roulants*

Figure 1 - Mesures réalisées lors d'une rotation du volant dans le sens trigonométrique :

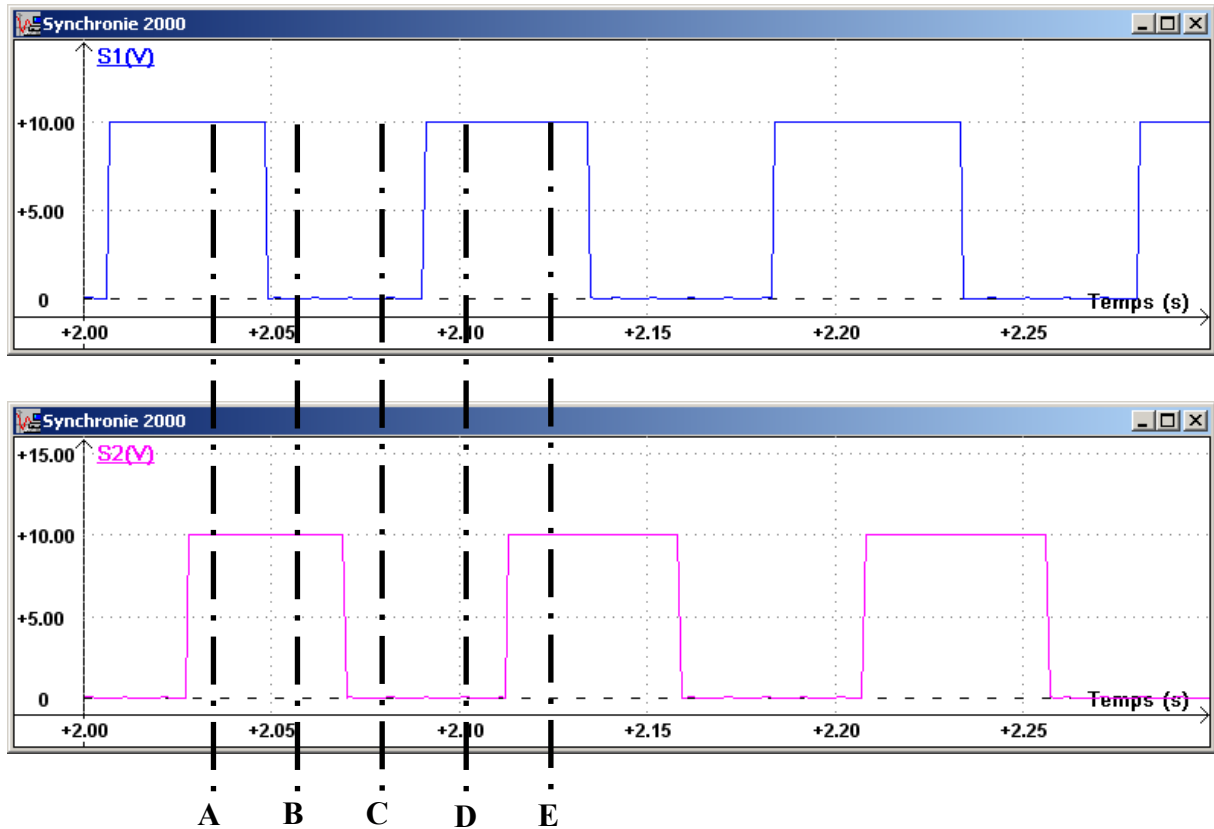
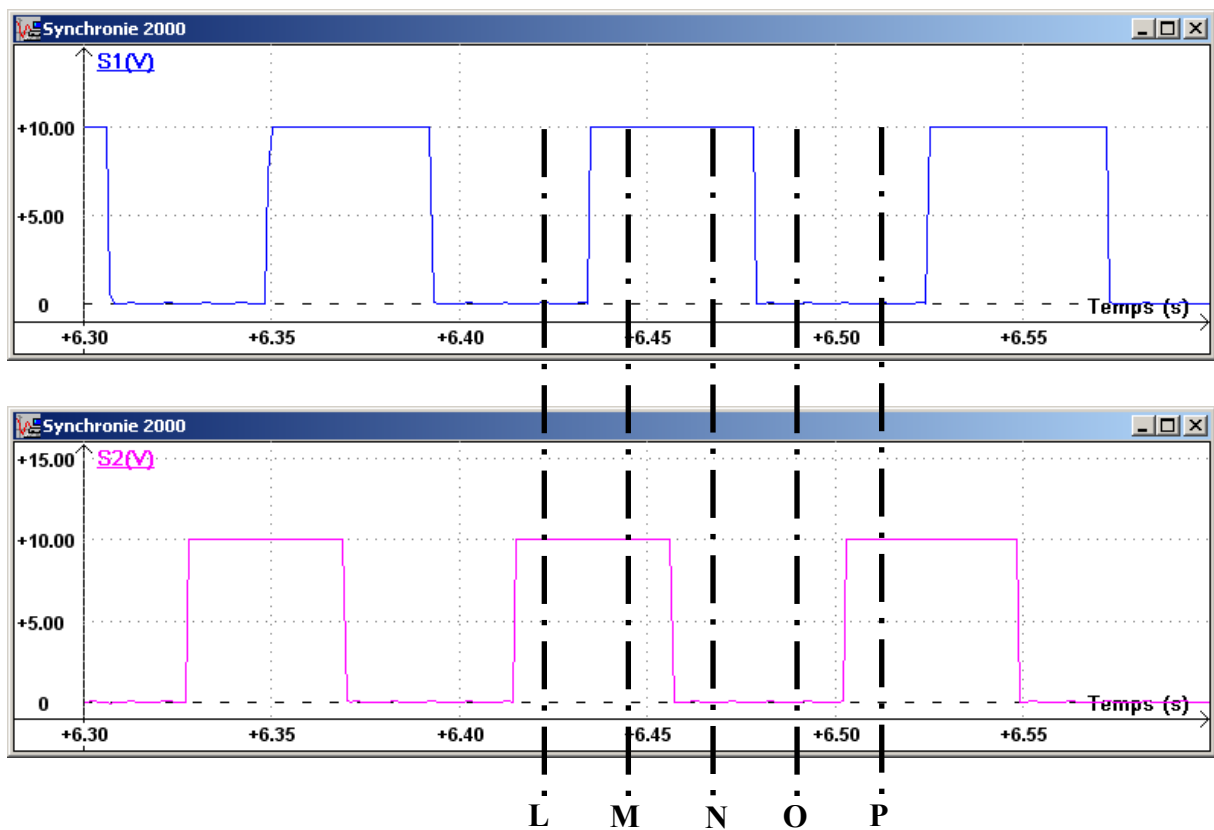


Figure 2 - Mesures réalisées lors d'une rotation du volant dans le sens horaire :



5. Modélisation du freinage

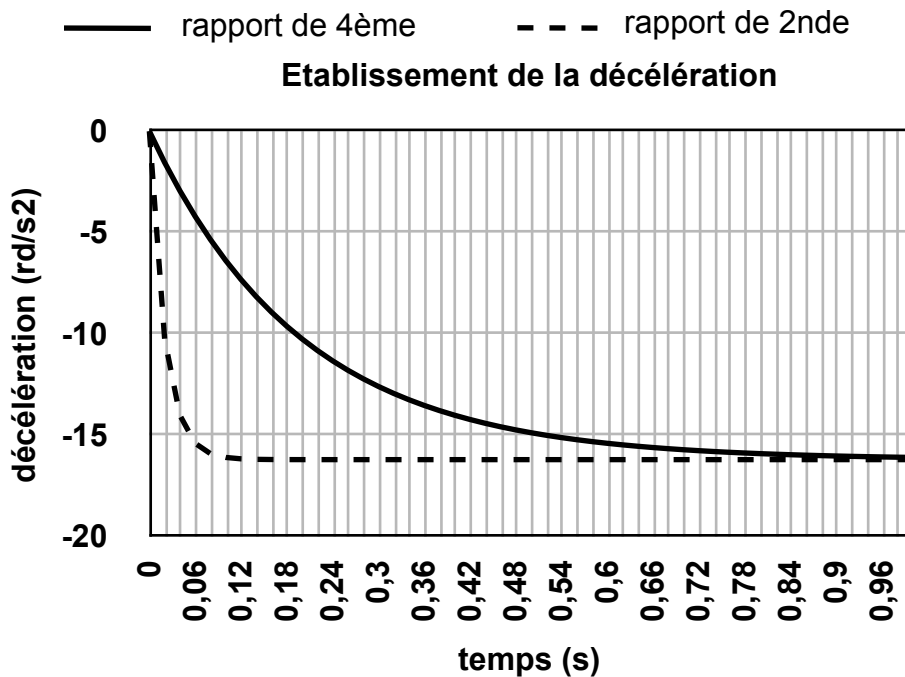
Les questions des paragraphes 5 à 7 concernent l'étude théorique de l'unité de contrôle de la régulation de l'ABS. Le candidat se référera pour la mise en équations correspondante à la partie B (sous-partie 1) du dossier technique intitulée "ANALYSE MECANIQUE DU COMPORTEMENT DU VEHICULE".

On se propose d'étudier en premier lieu l'établissement du freinage en ligne droite en considérant que le pseudo-glissement des roues n'excède pas la valeur critique λ_c . Les équations correspondantes sont celles du paragraphe 1.4. du dossier technique. Une traduction graphique de l'équation (18) est proposée sur la figure 3. Les 2 courbes représentent l'évolution de la décélération angulaire des roues avant, en fonction du temps, respectivement pour les 2 rapports de boîte de 4ème et de 2nde.

- Données considérées pour l'obtention de ces courbes : vitesse du véhicule $V_{réf} = 50 \text{ km/h}$, effort normal $N_i = 6180 \text{ N}$ sur une roue avant, intensité du freinage caractérisée par $K' = 4000 \text{ Nm/s}$, inertie rapportée à la roue $I_{ri} = 5 \text{ kg.m}^2$ pour le rapport de boîte de 4ème et $I_{ri} = 50 \text{ kg.m}^2$ pour le rapport de boîte de 2nde.

5.1. Conclure en interprétant ces résultats, quant à l'incidence du rapport de boîte engagé sur l'efficacité du freinage.

Graphe d'évolution :



- Figure 3. Rotation dans le sens horaire -

REPONSE :

La constante de temps est fonction du rapport de boîte. L'efficacité du freinage s'en trouve donc affectée.

6. Limitation du modèle

On rappelle que la loi “coefficient de frottement en fonction du pseudo-glissement” employée précédemment : $\mu = k\lambda$, n'est valide que jusqu'à la valeur critique λ_c .

- 6.1. Calculer le “moment adhérent limite”, c'est à dire le moment maximal admissible au niveau du contact entre une roue avant et le sol, associé au coefficient de frottement maximal $\mu_c = 0,76$ (route sèche).

REPONSE :

$$\text{On a } M_a = -r T_i \text{ et } \mu = T_i / N_i$$

$$\text{d'où } M_{alim} = \mu_c r N = 0,76 * 0,33 * 6180 = 1550 \text{ Nm}$$

7. Analyse du risque de blocage d'une roue

Les graphes fournis sur les figures 4 et 5 (page 13) indiquent l'évolution “idéalisée” en fonction du temps, des grandeurs caractéristiques d'un freinage d'urgence sur route sèche (en valeur absolue). Le modèle employé est toujours celui introduit dans le paragraphe 1.4. du dossier technique (partie B).

Ces courbes traduisent des résultats issus de la résolution de l'équation (13) présentée dans le paragraphe 1.2. du dossier technique.

- Le 1er graphe correspond à un freinage avec une vitesse initiale du véhicule $V_{réf} = 90$ km/h, un rapport de boîte de 4ème et un moment d'inertie rapporté à la roue $I_{Ri} = 5$ kg.m².
- Le 2nd graphe correspond à un freinage avec une vitesse initiale du véhicule $V_{réf} = 40$ km/h, un rapport de boîte de 2nde et un moment d'inertie rapporté à la roue $I_{Ri} = 50$ kg.m².

L'objectif de l'analyse est de déterminer les conditions associées à la perte d'adhérence entre la roue et le sol. Le critère à considérer portera sur le dépassement du “moment adhérent limite” calculé précédemment (équivalent au dépassement de la valeur critique λ_c). Le modèle ne pouvant traduire cette hypothèse, on se propose de raisonner graphiquement.

- 7.1. On demande eu égard à ces 2 situations de freinage :

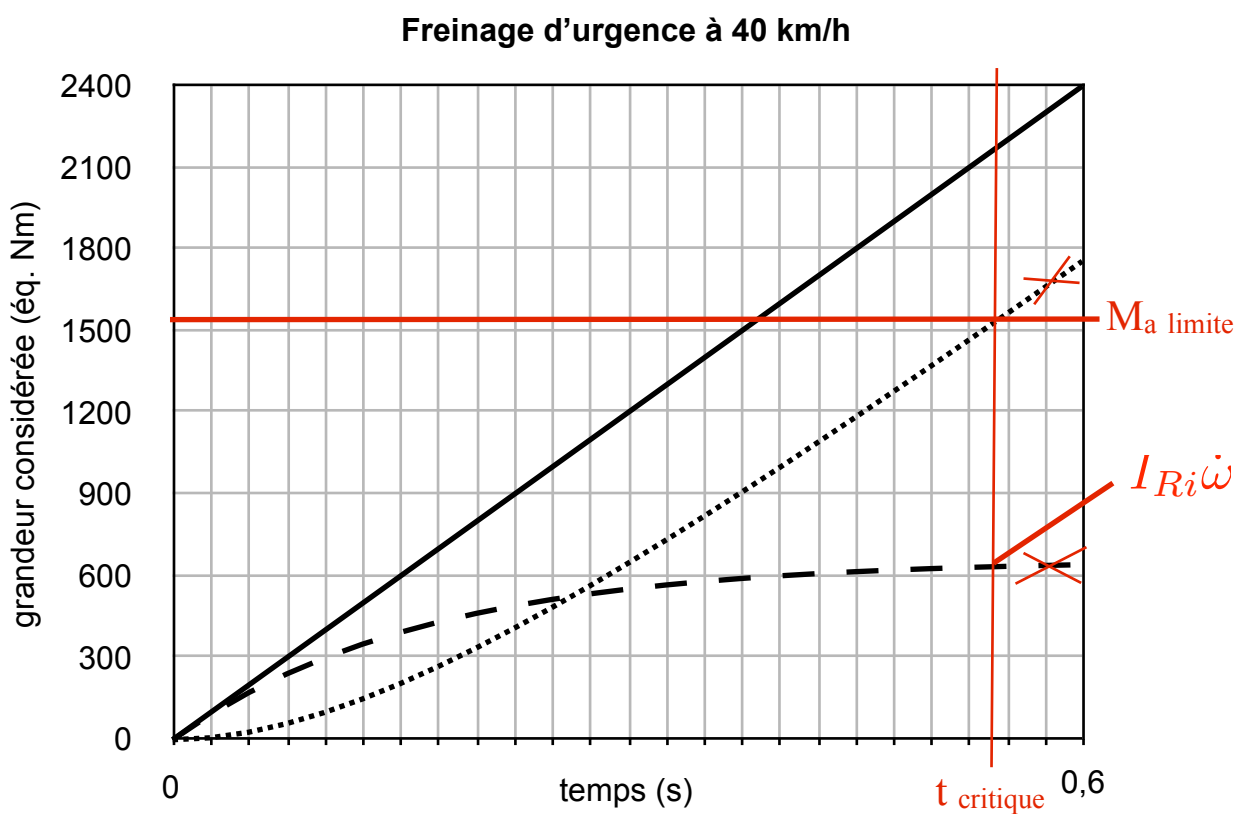
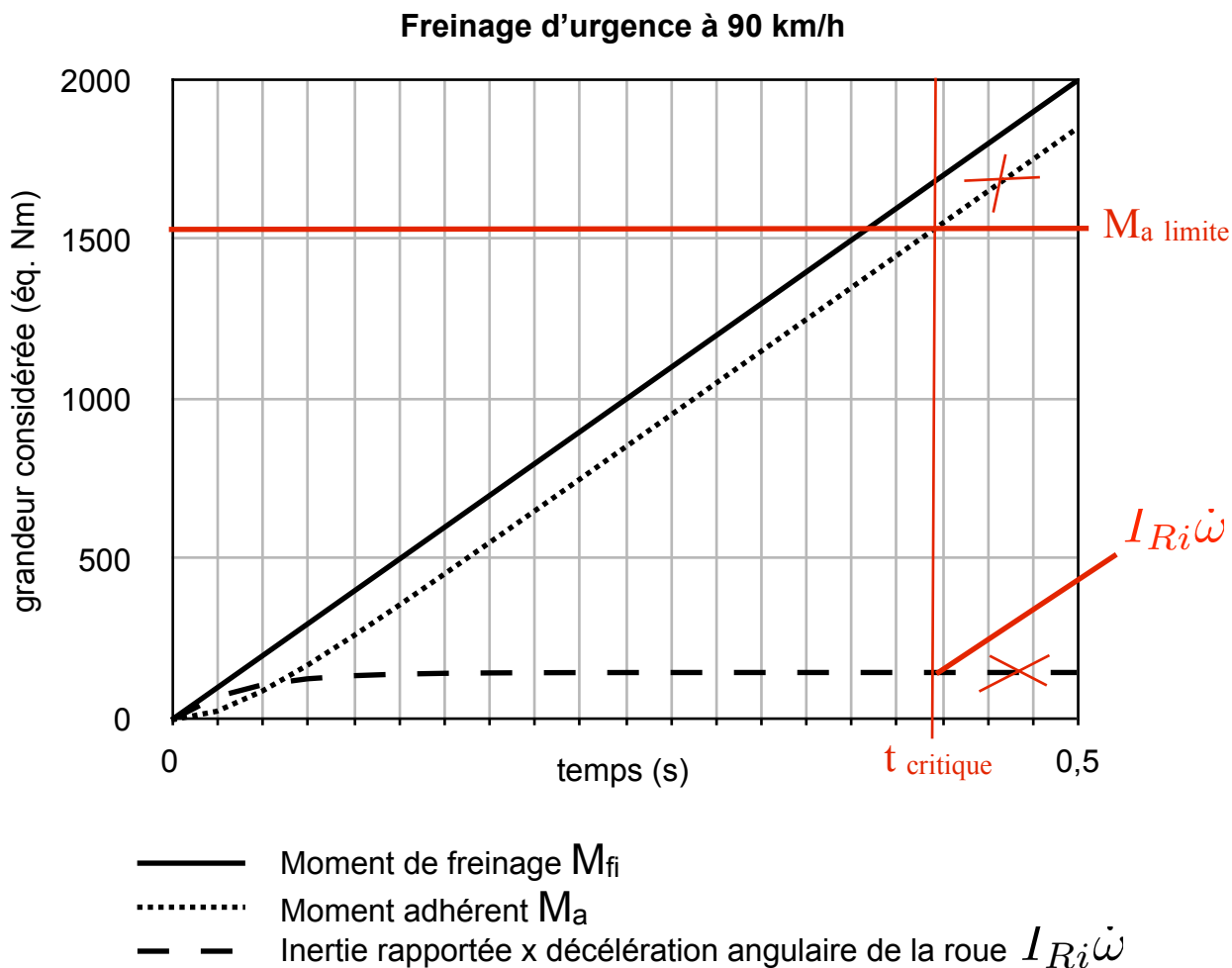
- De reporter sur chaque graphique, le “moment adhérent limite” calculé précédemment (considérer à défaut la valeur de 1550 Nm), de relever la valeur du produit $I_{Ri} d\omega/dt$ correspondante sur le graphe pour en déduire la décélération angulaire $d\omega/dt$ de la roue associée au risque d'apparition du blocage.

- De tracer sur chaque graphique (page 13), en supposant que le moment de freinage continue à augmenter, l'évolution de l'accélération angulaire de la roue après l'instant du dépassement du "moment adhérent limite".
- 7.2. Conclure quant aux paramètres à considérer au niveau du calculateur d'anti-blocage ABS en ce qui concerne le déclenchement de la régulation. Vous préciserez quelles informations peuvent être prises en compte via les différents calculateurs au travers du réseau CAN.

REPONSES :

- 1. Les relevés à l'instant critique pour lequel le moment adhérent atteint sa limite physique (temps sec), sur les 2 graphiques, conduisent approximativement à des niveaux respectifs de 31 rad/s² (90 km/h) et 13 rad/s² (40 km/h).**
 - **Dès lors que le moment adhérent atteint son niveau maximal, la décélération angulaire de la roue augmente rapidement avec le moment de freinage (variations représentées sur les graphes par des segments de droite).**
- 2. Mesure de la décélération de la roue, prise en considération de l'inertie rapportée et donc du rapport de boîte.**
 - **Informations pouvant être prises en compte via les différents calculateurs au travers du réseau CAN :**
 - 1. vitesse moteur (via le calculateur d'injection)**
 - 2. vitesse des roues (liaisons filaires vers les calculateurs)**
 - **Facultatif :**
 - 3. rapport de boîte de vitesse (si boîte automatique)**
 - 4. position des pédales (pédale d'accélération via le réseau ; pédale de freinage via une liaison filaire) en vue de la validation de la situation de freinage**

Figures 4 et 5 - Graphes renseignés



L' UCE commande la partie opérative dont nous proposons l'étude ci-après.

8. Etude des régulations ABS et ASR

8.1. Fonctionnement en régulation ABS

En s'appuyant sur le modèle présenté dans le dossier technique, décrire les étapes de fonctionnement de l'ABS, en complétant le tableau ci-dessous, lorsqu'une roue arrière atteint le glissement critique.

N° d'étape	Phase de fonctionnement
5	Freinage normal (zone stable)
6	Freinage avec risque de blocage de la roue ARD
7	Freinage avec risque de blocage persistant de la roue ARD

N° étape	EV Admission		EV Echappem ^t		EV d'inversion		EV principales		EV Admission		EV Echappem ^t		Fonctionnement pompe	
	AVG	AVD	AVG	AVD	AVG ARD - EV inv1	AVD ARG - EV inv2	AVG ARD - EV princ1	AVD ARG - EV princ2	ARD	ARG	ARD	ARG	décharge (retour)	précharge
5	O	O	F	F	O	O	F	F	O	O	F	F		
6	O	O	F	F	O	O	F	F	F	F	F	F		
7	O	O	F	F	O	O	F	F	F	F	O	O	X	

8.2. Fonctionnement en régulation ASR

De la même façon, décrire les étapes de fonctionnement de l'ASR, en complétant le tableau ci-dessous, lorsqu'une seule roue motrice (AVD) patine à l'accélération.

N° d'étape	Phase de fonctionnement
11	Patinage de la roue motrice AVD à l'accélération
12	Patinage persistant de la roue motrice AVD à l'accélération
13	Diminution du patinage. Chute de pression

N° étape	EV Admission		EV Echappem ^t		EV d'inversion		EV principales		EV Admission		EV Echappem ^t		Fonctionnement pompe	
	AVG	AVD	AVG	AVD	AVG ARD - EV inv1	AVD ARG - EV inv2	AVG ARD - EV princ1	AVD ARG - EV princ2	ARD	ARG	ARD	ARG	décharge (retour)	précharge
11	O	O	F	F	O	F	F	O	F	F	F	F		X
12	O	F	F	F	O	F	F	O	F	F	F	F		X
13	O	F	F	O	O	O	F	F	O	O	F	F		

9. Etude de composants

En vous appuyant sur le dossier technique et notamment le schéma hydraulique, préciser :

9.1. Dans quelle phase de fonctionnement interviennent les clapets C1 à C4 ? Quelle serait la conséquence d'un blocage en position fermée d'un de ces clapets ?

REPONSES

- *Les clapets C1 à C4 interviennent lors du retour en position de repos après une régulation ABS lorsque la pression dans l'étrier peut se retrouver supérieure à la pression de commande des freins (fermeture de l'électrovanne d'admission).*

- *Si l'un de ces clapets reste fermé à la fin d'une séquence de régulation pour la roue concernée, le retour du liquide de frein vers le maître-cylindre est freiné, la chute de pression est plus lente, les surfaces de friction restent en contact des disques.*

9.2. Dans quelle phase de fonctionnement intervient le composant « A » ?

REPONSE

- *Lors de la régulation ABS, à l'ouverture d'une électrovanne d'échappement, le volume de l'accumulateur permet une chute rapide de la pression dans l'étrier. Ce montage compense l'inertie de mise en action de la pompe. L'accumulateur A permet aussi d'amorcer la pompe à son démarrage lors de cette phase de chute de pression dans la régulation ABS.*

9.3. Quelle serait la conséquence d'un défaut d'étanchéité au niveau des clapets C9 et C10 (ou C11 et C12) ?

REPONSE

- *Un défaut d'étanchéité nuit au fonctionnement de la pompe. En effet, la pompe ne pourrait assurer les variations de volume nécessaire à son pompage. La chute de pression dans une phase de régulation ABS ne pourrait être assurée.*

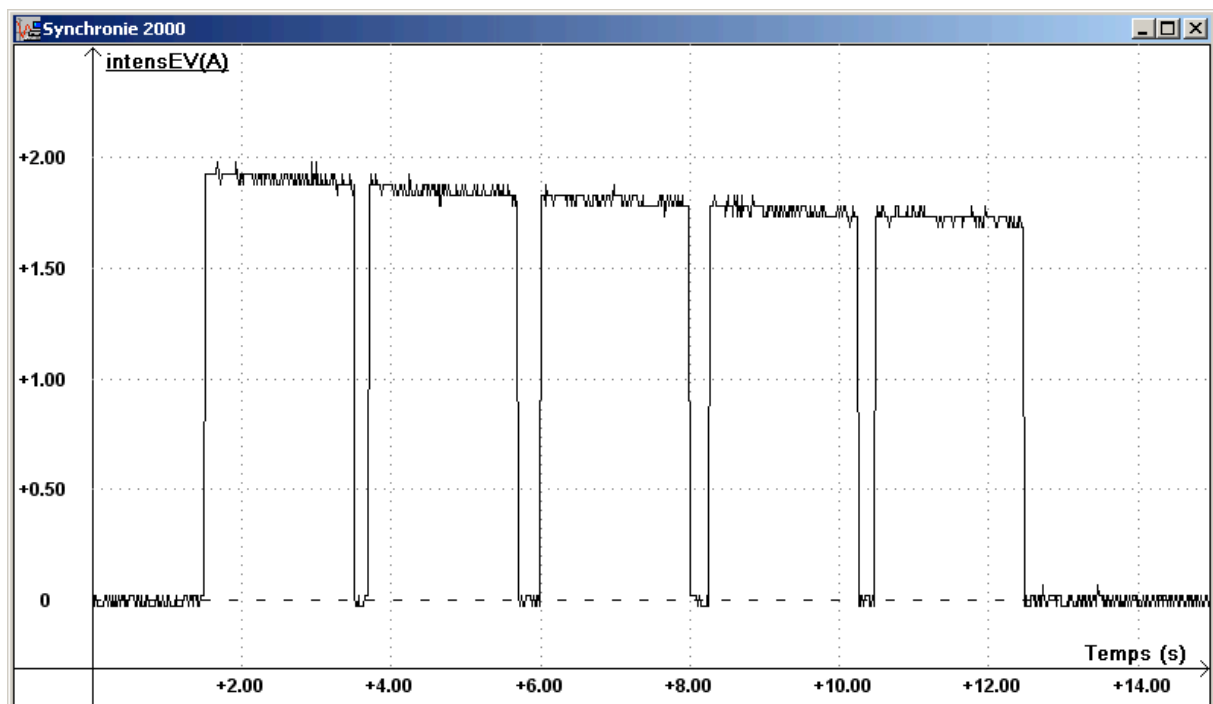
9.4. Justifier l'utilisation de l'outil de diagnostic de dialogue avec le calculateur pour la réalisation de la purge.

REPONSE

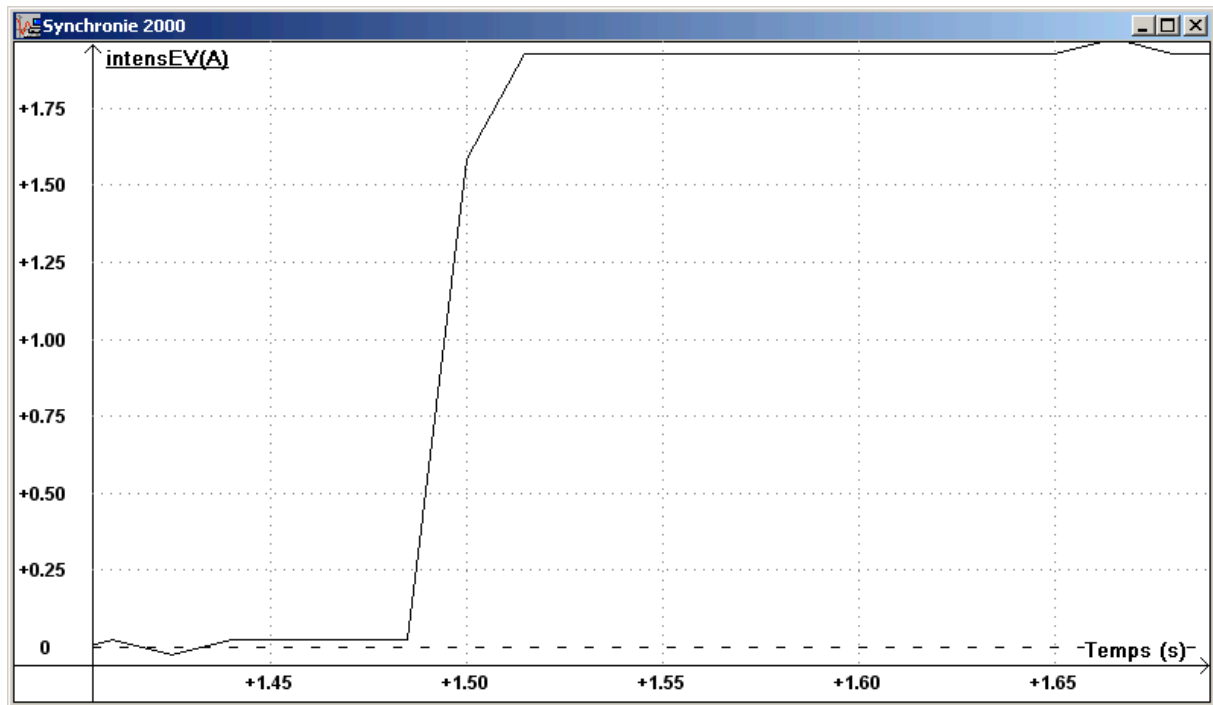
- *L'outil de diagnostic permet la commande des électrovannes pendant la purge du circuit hydraulique, évitant des "poches d'air" dans le groupe hydraulique.*

10. Commande des électrovannes

A l'aide d'un système d'acquisition de données, l'intensité de commande d'une électrovanne a été enregistrée (courbe indiquée sur la figure 6). Un "zoom" de la phase de montée en intensité, donné sur la figure 7, permet de remarquer que cette montée n'est pas instantanée.



- Figure 6. Commande d'une électrovanne -



- Figure 7. "Zoom" sur la phase de montée -

10.1. Justifier la pente de cette montée en intensité. Préciser de quelles caractéristiques électriques dépend cette montée en intensité.

REPONSE

La montée en intensité est retardée car l'électrovanne est un composant selfique.

Ce circuit RL implique une constante de temps. Le début de cette montée en intensité témoigne de la faible impédance de la bobine.

10.2. Quelle serait la valeur du courant si, pendant un contrôle, on alimentait l'électrovanne (de résistance $R = 0.6 \Omega$) en courant continu sous une tension de 12 volt ?

REPONSE

• *20 ampères*

10.3. Comparez votre réponse avec la valeur constatée dans le graphe de la figure 6 et justifiez ?

REPONSE

La faible valeur d'impédance des enroulements impose une régulation de la commande.

11. Comportement du véhicule en virage

Cette seconde partie du sujet porte sur l'étude du comportement du véhicule en virage et de l'unité de contrôle de la régulation de l'ESP.

Elle débute par 2 séries de questions à caractère théorique. Le candidat se référera pour la mise en équations correspondante à la partie B (sous-partie 2) du dossier technique intitulée "ANALYSE MECANIQUE DU COMPORTEMENT DU VEHICULE".

Hypothèses :

- Le véhicule est supposé négocier un virage à gauche. De fait, l'analyse sera en conformité avec le schéma de la figure 5 du dossier technique, notamment en ce qui concerne les signes des grandeurs à considérer.
- La vitesse du véhicule est $V = 25$ m/s. Le rayon de courbure nominal du virage est $R = 200$ m. Le coefficient de dérive des pneumatiques est $C = 100\ 000$ rad/N (pour les 4 roues).

11.1. Calculer le gradient sous-vireur K et indiquer si le véhicule étudié possède un comportement du type sous-vireur ou sur-vireur.

11.2. Calculer la vitesse de lacet ω et l'angle de braquage δ (en faisant l'hypothèse qu'il s'agit d'un virage "en régime établi").

11.3. A partir de cette même hypothèse, déterminer les moments suivants (attention aux signes) :

- Le couple de lacet : $C_\omega = N_\omega \omega / V$.
- Le couple de braquage : $C_\delta = N_\delta \delta$.
- Utiliser l'équation (24) du dossier technique en considérant une accélération angulaire nulle et déterminer ainsi le couple de dérive : $C_\beta = N_\beta \beta$.

11.4. En déduire la valeur de l'angle de dérive β .

REPONSES (*précision relative à l'utilisation d'un tableur*)

1. Calcul du gradient sous-vireur :

$$K = \frac{M}{e} \left(\frac{b}{C_f} - \frac{a}{C_r} \right) = \frac{1800 + 90}{1,933 + 0,967} \left(\frac{1,933 - 0,967}{1e5} \right) = 0,0063 \text{ s}^2/m$$

- **Le véhicule est sous-vireur car $K > 0$: il faut braquer davantage (δ plus élevé) lorsque la vitesse V du véhicule augmente.**

2. Caractéristiques cinématiques :

- $\omega = V / R = 25 / 200 = 0,125 \text{ rad/s}$
- $\delta = (e + K V^2) / R = (2,9 + 0,0063 * 25^2) / 200 = 0,0342 \text{ rad}$

3. Couples en virage établi :

- coefficient $N_\omega = -a^2 C_f - b^2 C_r = (-0,967^2 - 1,933^2) * 1.e5 = -467 158 \text{ SI}$
- couple de lacet $C_\omega = N_\omega \omega / V = -467 158 * 0,125 / 25 = -2 336 \text{ Nm}$
- coefficient $N_\delta = a C_f = 0,967 * 1.e5 = 96 700 \text{ SI}$
- couple de braquage $C_\delta = N_\delta \delta = 96 700 * 0,0342 = 3 305 \text{ Nm}$
- coefficient $N_\beta = -a C_f + b C_r = (-0,967 + 1,933) * 1.e5 = 96 600 \text{ SI}$
- couple de dérive compte tenu de (19) avec son membre gauche annulé :
- $C_\beta = -C_\omega - C_\delta = 2 336 - 3 305 = -969 \text{ Nm}$

4. Angle de dérive :

- $\beta = C_\beta / N_\beta = -969 / 96 600 = -0,010 \text{ rad} = -0,57^\circ$

12. Etude théorique d'une correction de trajectoire par le système ESP

Cette seconde série de questions porte sur l'étude de la perte d'adhérence d'une roue avant (voire des 2 roues avant), survenant à partir des conditions précédentes de roulage en virage établi (vitesse du véhicule $V = 25$ m/s et rayon de courbure $R = 200$ m).

On réutilisera à cet effet le même modèle, en faisant l'hypothèse que le coefficient de dérive C_f des pneumatiques associé aux roues avant (pour l'essieu) chute brutalement : de $C_f = 100\ 000$ rad/N à $C_f = 50\ 000$ rad/N (et toujours $C_r = 100\ 000$ rad/N pour l'essieu arrière).

- 12.1. Vérifier à l'instant de la perte d'adhérence, que les valeurs des couples de lacet, de braquage et de dérive sont respectivement égaux à $C_\omega = -2\ 102$ Nm, $C_\delta = 1\ 652$ Nm, $C_\beta = -1\ 454$ Nm. On supposera que les variables cinématiques ω , V , δ et β n'ont pas le temps de varier eu égard à la phase de virage établi.
- 12.2. En déduire la valeur du moment de compensation à introduire, lequel permet théoriquement de corriger la perte d'adhérence et de restabiliser « instantanément » le véhicule.
- 12.3. Définir conformément à la stratégie évoquée dans le dossier technique, sur quelle roue, il convient que le système ESP agisse pour obtenir cette correction. Déterminer la nature et l'intensité de l'action mécanique nécessaire.

REPONSES (*précision relative à l'utilisation d'un tableur*)

1. **Couples au moment de la perte d'adhérence, les coefficients N_i évoluant avec C_f (réduit de moitié) :**

- **coefficient $N_\omega = -a^2 C_f - b^2 C_r = -0,967^2 * 5.e4 - 1,933^2 * 1.e5 = -420\ 403$ SI**
- **le couple de lacet $C_\omega = N_\omega \omega / V = -420\ 403 * 0,125 / 25 = -2\ 102$ Nm**

- **coefficient $N_\delta = a C_f = 0,967 * 5.e4 = 48\ 350$ SI**
- **couple de braquage $C_\delta = N_\delta \delta = 48\ 350 * 0,034 = 1\ 652$ Nm (réduit de moitié)**

- **coefficient $N_\beta = -a C_f + b C_r = -0,967 * 5.e4 + 1,933 * 1.e5 = 144\ 950$ SI**
- **couple de dérive $C_\beta = N_\beta \beta = 144\ 950 * -0,01 = -1\ 454$ Nm**

2. **Moment de compensation :**

- $M_{ESP} + C_{\omega} + N_{\delta} + N_{\beta} = 0$ (pas d'accélération)
- soit $M_{ESP} = -(-2\ 102 + 1\ 652 - 1\ 454) = +1\ 904\ \text{Nm}$

3. **Pour générer un couple positif, il faut donc freiner la roue arrière gauche (roue intérieure au virage). Le freinage induira un effort tangentiel T_{ESP} au niveau du contact roue / sol avec un bras de levier égal à la demi-voie.**

- $T_{ESP} = M_{ESP} / (v / 2) = 2 * 1\ 904 / 1,570 = 2\ 425\ \text{N}$ (admissible)

13. Analyse du fonctionnement du système pendant une régulation ESP

Diagnostic

Problématique :

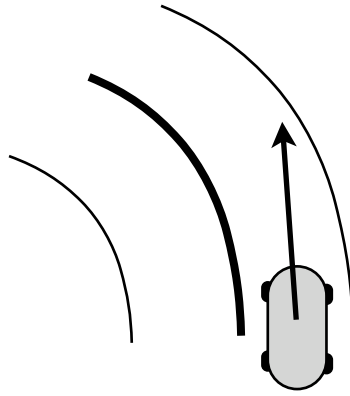
Suite à un accident de circulation, le véhicule est expertisé dans le réseau APV du constructeur. Le client met en cause le constructeur pour le comportement du véhicule qu'il estime anormal (équipé de système de sécurité active : ESP...).

Recueil de données :

Le véhicule n'est plus en état de circuler, la carrosserie a subi des dommages importants. Aussi, aucune validation du comportement ne peut être réalisée dans l'immédiat. Les parties mécaniques du véhicule ne présentent pas de défaut apparent. La chaîne de transmission (BVA, arbres de transmission) ne présente pas de détérioration apparente. Aucune fuite, aucun bruit anormal, aucune odeur particulière ne sont constatés mais le démarrage du moteur s'avère impossible (aucune action du démarreur). Des témoins (moteur, ESP...) sont allumés accompagnés de l'affichage de messages d'alerte sur l'afficheur multi-fonction. Véhicule levé, les roues tournent normalement, l'état et la pression des pneus sont, par ailleurs, conformes. La « partie mécanique » du véhicule ne semble pas être endommagée, seule la carrosserie a subi de sérieux dégâts, notamment à l'AVD. Les prétensionneurs de ceinture et les modules des airbags se sont déclenchés.

Circonstances précisées par le client :

« Roulant à 90 km/h, j'ai été surpris par un sol glissant dans le virage. Malgré un freinage et une manœuvre d'évitement, mon véhicule s'est déporté vers l'extérieur du virage sans me permettre d'éviter la collision ».



- Figure 8. Véhicule à l'approche du virage -

Dans un premier temps, il est demandé d'analyser le symptôme suivant : "Le moteur ne démarre pas"

Le technicien utilise l'outil de diagnostic, branché sur le connecteur C001 (voir schémas électriques) pour communiquer avec les éléments électriques du véhicule.

Une "lecture défauts" permet de recenser les points suivants :

- dans la fonction moteur (CMM) :
 - défaut de réception de communication avec le BSI,
 - défaut de commande à distance, réveil principal,
 - défaut de démarrage et arrêt moteur piloté.

- dans le BSI :
 - défaut CAN général, bus off,
 - absence de communication avec CMM,
 - absence de communication avec le BHI.

- dans la fonction ESP :
 - impossibilité de communication avec l'outil de diagnostic.

Analyse des réseaux multiplexés :

Le technicien oriente son diagnostic vers les réseaux de communication multiplexés.

13.1. Préciser, à l'aide des schémas synoptiques des réseaux multiplexés :

- Le(s) réseau(x) concerné(s) par la communication entre BSI, ESP et CMM :

REPONSE

- **réseau CAN (IS)**

- Les références des lignes de communication des trames :

REPONSE

- **fils 9000 et 9001**

- Les UCE (Unité de Commande Électronique) terminales de ce réseau :

REPONSE

- **BSI et CMM**

L'autorisation de démarrage du moteur est fournie par le BSI au calculateur moteur (CMM) via le réseau multiplexé (fonction ADC Anti Démarrage Codé).

13.2. Quelles sont les UCE qui doivent être nécessairement raccordées au réseau et en bon état de fonctionnement pour transmettre cette information ?

REPONSE

- **FSE, BHI et ESP**

Après vérification des fusibles du BSI, le technicien réalise des mesures sur le circuit.

Avec un voltmètre, sur la prise diagnostic C001, contact établi au tableau de bord :

- Mesure de la tension entre la borne 6 et la masse : 2.67 V.
- Mesure de la tension entre la borne 14 et la masse : 2.49 V.

Avec un ohmètre, sur la borne 40 Voies NoiR du BSI, contact coupé :

- Résistance entre les bornes 2 et 4 : 123,7 Ω .

13.3. Que pouvez-vous en conclure au sujet du BSI ?

REPONSE :

- **Le BSI assure une communication sur le réseau CAN on diag. Dans un premier temps, le BSI peut donc être considéré en bon état de fonctionnement.**
- **Facultatif : par contre, la résistance mesurée entre les lignes du réseau CAN traduit une coupure du réseau entre les deux boîtier terminaux.**

Avec un voltmètre, à l'aide d'une boîte à bornes connectée, en parallèle sur le raccordement 48 Voies NoiR du CMM DT 17 (moteur diesel), contact établi :

- Mesure de la tension entre la borne A3 et la masse : 0.01 V.
- Mesure de la tension entre la borne A4 et la masse : 0.01 V.

Avec un ohmètre, à l'aide d'une boîte à bornes connectée, en parallèle sur le raccordement 48 Voies NoiR du CMM DT 17, contact coupé :

- Résistance entre les bornes A3 et A4 : 120.1 Ω .
- Résistance entre la borne A3 et la masse : 9.2 k Ω .
- Résistance entre la borne A4 et la masse : 9.2 k Ω .

13.4. Que pouvez-vous déduire de ces mesures ?

REPONSE

- **Le réseau ne permet pas une communication correcte entre les UCE terminales car la résistance équivalente entre les lignes du réseau est de $120,1 \Omega$ (elle devrait être d'environ 60Ω).**
- **La résistance et l'isolement de l'UCE terminale CMM sont correctes.**
- **Les résistances des UCE terminales sont correctes.**

13.5. Proposer des mesures à effectuer pour poursuivre la recherche de(s) panne(s).

REPONSE

- **mesures de la continuité du réseau**

D'autres mesures fournissent les résultats suivants :

- Résistance entre la borne A4 de CMM et 14 de ESP : 0.01Ω .
- Résistance entre la borne A3 de CMM et 2 de ESP : 0.01Ω .
- Résistance entre la borne 14 de ESP et D2 de BHI : 0.01Ω .
- Résistance entre la borne 2 de ESP et D4 de BHI : 0.01Ω .
- Résistance entre la borne D2 de BHI et 2 de BSI : résistance infinie.
- Résistance entre la borne D4 de BHI et 4 de BSI : résistance infinie.
- Résistance entre la borne D3 de CSS et 2 de BSI : 0.01Ω .
- Résistance entre la borne E1 de CSS et 4 de BSI : 0.01Ω .

13.6. Que pouvez-vous conclure de ces mesures ? Quel(s) élément(s) pouvez-vous mettre en cause ?

REPONSE

Un défaut de continuité est constaté entre l'entrée de BHI et le CSS.
Le raccordement au réseau et l'état du BHI et /ou les liaisons CAN du BHI au CSS peuvent être incriminés.

Après réparation de cet incident, il est possible de démarrer le moteur. Les défauts de communication peuvent être effacés avec l'outil de diagnostic.

On désire maintenant rechercher d'éventuel(s) lien(s) entre un dysfonctionnement du système ESP et l'accident de circulation du véhicule.

- Analyse d'une éventuelle défaillance de la fonction ESP

13.7. En lien avec les circonstances de l'accident, rechercher, en particulier à l'aide du diagramme FAST, les structures associées à valider pour la fonction ESP.

REPONSE :

Fonctions concernées par la sécurité de roulage	Composants (structures associées) à valider
ABS	<ul style="list-style-type: none">• <i>Capteurs de vitesse de roue</i>• <i>Capteur de position de pédale de frein</i>• <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i>• <i>Groupe électrovannes</i>• <i>Pompe</i>
ASR	<ul style="list-style-type: none">• <i>Capteurs de vitesse de roue</i>• <i>Capteur de position de pédale de frein</i>• <i>Info moteur (position accélérateur..)</i>• <i>Capteur d'inhibition</i>• <i>Capteur de pression de freinage</i>• <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i>• <i>Groupe électrovannes</i>• <i>Pompe</i>

ESP	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capteurs de vitesse de roue</i> • <i>Capteur de position de pédale de frein</i> • <i>Info moteur (position accélérateur...)</i> • <i>Capteur de volant de direction</i> • <i>Capteur de mouvement de lacet et accélération latérale</i> • <i>Capteur d'inhibition</i> • <i>Capteur de pression de freinage</i> • <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i> • <i>Groupe électrovannes</i> • <i>Pompe</i> • <i>UCE de BVA</i>
REF	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capteurs de vitesse de roue</i> • <i>Capteur de position de pédale de frein</i> • <i>Capteur de pression de freinage</i> • <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i>
AFU	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capteurs de vitesse de roue</i> • <i>Capteur de position de pédale de frein</i> • <i>Capteur de pression de freinage</i> • <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i> • <i>Groupe électrovannes</i>
MSR	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capteurs de vitesse de roue</i> • <i>Capteur de position de pédale de frein</i> • <i>Capteur de pression de freinage</i> • <i>Info moteur (position accélérateur...)</i> • <i>Unité de Contrôle Electronique ESP</i> • <i>Groupe électrovannes</i> • <i>Pompe</i>

- Analyse des défauts d'informations transmises par les capteurs

13.8. A l'aide des schémas électriques, recenser parmi les entrées, les informations nécessaires à la fonction ESP. Classer ces entrées selon les différents types de transmission de données vers le calculateur.

Transmission des entrées	Informations d'entrée
<p style="text-align: center;">Liaison par réseau multiplexé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Infos volant de direction</i> • <i>Vitesse de lacet</i> • <i>Accélération latérale</i> • <i>Consigne ON/OFF du contacteur d'inhibition</i> • <i>Vitesse moteur</i> • <i>Rapport engagé</i>
<p style="text-align: center;">Liaison "filaire"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vitesses des roues</i> • <i>Position de la pédale de frein</i> • <i>Niveau de liquide de frein (facultatif)</i> • <i>Niveau d'usure des plaquettes de frein (facultatif)</i>
<p style="text-align: center;">Transmission directe interne au groupe hydraulique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pression dans circuit de freinage</i>

13.9. En vous reportant au schéma synoptique du réseau multiplexé, préciser les conséquences, sur l'acheminement des informations dans la gestion de la régulation ESP :

a- d'une connexion défaillance du boîtier FSE sur le réseau

REPONSE

L'information fournie par le capteur volant (CAV) est normalement transmise à l'ESP par le réseau CAN via le BSI. Une connexion défaillante du FSE interrompt cette liaison, les informations du capteur ne sont donc pas transmises à l'ESP.

b- d'une connexion défaillante du boîtier Gyromètre d'ESP sur le réseau.

REPONSE

Une connexion défaillante du Gyromètre d'ESP n'interrompt pas la liaison multiplexée, mais les informations de ce capteur ne seront pas transmises à l'ESP. Le réseau CAN est en effet constitué de liaisons parallèles simple et de liaison "Daisy Chain".

13.10. Afin d'approfondir le diagnostic, l'utilisation de l'outil de diagnostic nous permet de recenser les informations suivantes :

a- Menu "Lecture défauts" : Aucun défaut en mémoire

b- Menu "Mesures paramètres" : des écrans de mesures de paramètres sont fournis dans le dossier technique DT_{A3}. Ces tableaux sont fournis à titre indicatif. L'enregistrement de ces mesures étant réalisé en statique.

Proposer une méthode de vérification du bon fonctionnement des différents composants en utilisant la validation des mesures paramètres.

REPONSE :

Composants ou paramètres contrôlés	Conditions de contrôle	Résultat attendu dans mesures paramètres
Capteur de vitesse de roue	<i>lever les roues avants et engager la transmission automatique moteur tournant</i>	<i>Évolution de vitesse roue</i>
Gyromètre	<i>Déposer le gyromètre en le laissant branché et le manipuler rapidement</i>	<i>Évolution de la vitesse de lacet et de l'accélération transversale</i>
Capteur de pression	<i>Appuyer sur la pédale de frein</i>	<i>Évolution de la pression en fonction de l'effort pédale</i>
Contacteur inhibition ON/OFF	<i>Appuyer sur le contacteur</i>	<i>Un changement d'état doit être constaté</i>
Capteur d'angle de volant	<i>Tourner le volant</i>	<i>Angle et sens de rotation du volant doivent évoluer</i>
Pédale de frein	<i>Appuyer sur la pédale de frein</i>	<i>Un changement d'état doit être constaté</i>
Informations moteur	<i>Démarrer le moteur et accélérer</i>	<i>Régime moteur et position pédale d'accélérateur doivent évoluer</i>
Infos BVA	<i>Frein de stationnement actionné, manipuler la commande de BVA</i>	<i>Un changement d'état doit être constaté</i>

c- Menu "Tests actionneurs" : ce menu propose la commande, à partir de l'outil de diagnostic des différents composants de la partie opérative.

En vous aidant de l'analyse du comportement du système ESP, préciser les composants hydrauliques à vérifier par un test actionneurs.

REPONSE

- **électrovannes**
- **pompe**

13.11. A l'aide du schéma électrique de la fonction ESP, rechercher le cheminement de l'information fournie par le contacteur d'inhibition à l'UCE d'ESP. Dans le dossier technique, rechercher la ou les condition(s) de mise en oeuvre de cette inhibition.

REPONSE

Le contacteur d'inhibition transmet l'information ON/OFF par le fil 7837 au combiné 0004 qui le transforme en information numérique pour le transmettre au BSI (passerelle entre les réseaux) qui le transmet par le réseau CAN à l'UCE d'ESP.
L'inhibition de l'ESP est autorisée par l'actionnement du contacteur d'inhibition sous un seuil de vitesse défini dans le calculateur (50 km/h).

13.12. Suite aux investigations précédentes et à l'obtention de résultats positifs, que pourriez-vous faire comme hypothèses pour expliquer la survenue de l'accident ?

REPONSE

Mis à part un défaut dans le programme du calculateur d'ESP ou son micro-processeur, le descriptif du conducteur peut être remis en cause (vitesse excessive).
Il est possible, dans ce cas, que les limites physiques d'action du système aient été atteintes.

ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE

1 - Rappel de la définition de l'épreuve

Extraits du B.O. n° spécial 6 du 11 juillet 1991 et du B.O. n° spécial 5 du 21 octobre 1993 :

Préparation : 3 heures,

Durée de l'épreuve : 1 heure.

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat :

- possède les connaissances fondamentales (analyses fonctionnelle, temporelle, structurelle) relatives aux systèmes techniques mis en œuvre dans les véhicules, machines agricoles, engins de chantier,
- est capable d'analyser le réseau d'interactions reliant chacun des constituants du système étudié,
- est capable d'utiliser les outils de la gestion de maintenance et d'exploiter les résultats obtenus,
- maîtrise correctement les stratégies de diagnostic et d'intervention, tant au plan technique qu'économique.

A partir d'un dossier numérique fourni au candidat qui peut contenir :

- les données d'un cahier des charges relatif à un ou plusieurs constituants et/ou mécanismes, rencontrés dans les véhicules, machines agricoles, engins de chantier, nécessaires à la résolution du problème posé,
- les schémas ou les dessins d'ensemble de mécanismes, et éventuellement des maquettes numériques
- toute documentation technique ou économique nécessaire sur les mécanismes et constituants qui font l'objet de l'étude,
- les indications nécessaires à la compréhension du fonctionnement des mécanismes ou sous-systèmes étudiés,
- un ensemble de données techniques et/ou économiques pouvant être exploitées à l'aide d'un « outil » de la gestion de maintenance,
- des documents ou logiciels d'aide à la maintenance.

Le candidat doit par exemple :

- Proposer l'analyse structurelle, fonctionnelle et/ou temporelle d'un ou plusieurs constituants ou mécanismes,
- Présenter les lois scientifiques qui régissent le fonctionnement du système ou d'un sous-système.
- Présenter une démarche de diagnostic à l'aide d'outils appropriés,

☞ **Le jury évalue :**

- les connaissances techniques et scientifiques,
- le choix des modèles utilisés,
- la rigueur de l'argumentation,
- la pertinence des analyses conduites et des propositions faites.
- la précision et la rigueur du vocabulaire technique.

2 - Commentaires du Jury

Les sujets proposés aux candidats sont élaborés à partir de dossiers techniques numériques extraits de systèmes du domaine du véhicule particulier ou industriel, machines agricoles et engins de chantier :

- Système d'injection (essence, diesel, GPL),
- Climatisation,
- Boîte de vitesses automatique,
- Direction assistée,
- Système ABS, ASR,
- Suspension...

Les différentes technologies, (mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique, et électronique) sont abordées d'un point de vue maintenance.

Le jury a constaté :

- que de nombreux candidats ne respectent pas le plan proposé dans le guide d'étude.
- que de nombreux candidats ne présentent pas d'analyse fonctionnelle du système et ne déterminent donc pas les frontières d'étude.
- que certains candidats ne présentent pas le système d'un point de vue structurel.
- que beaucoup de candidats utilisent des outils de présentation fonctionnelle (SADT) sans les maîtriser,
- que les candidats ont des difficultés à représenter sous forme de schémas, croquis, des principes de fonctionnement et les lois qui les régissent,
- que de nombreux candidats n'ont pas acquis ou réactualisé les connaissances scientifiques et techniques (même de base) indispensables à la compréhension des systèmes,
- qu'un certain nombre d'exposés sont trop courts et superficiels,
- que peu de candidats construisent un diagnostic structuré en justifiant les propositions de remise en conformité.

3 – Déroulement de l'épreuve :

3-1 Préparation de l'exposé (3 heures) :

Le sujet est constitué d'un dossier technique et d'un guide d'étude numériques.

La lecture attentive du dossier technique permet de situer avec précision le sujet de technologie et ses limites.

Le guide d'étude a pour objet de préciser les attentes du jury au regard de la définition de l'épreuve.

Les documents inclus dans le sujet peuvent servir de support de communication.

Le candidat dispose d'un ordinateur équipé de logiciels de bureautique (Microsoft Office et Open Office). Il élabore à l'aide des documents et des logiciels fournis une présentation exploitée lors de l'exposé.

Les documents informatiques réalisés par le candidat sont un support de présentation et ne sont pas évalués en tant que tels.

Le fonctionnement des systèmes techniques de l'automobile repose sur des lois physiques. Lors de l'exposé il serait utile de les mettre en évidence et de montrer comment le système évolue.

Le diagnostic reste le but principal de l'étude. Les candidats devront veiller à consacrer un temps nécessaire à sa présentation au jury.

3-2 Exposé et entretien avec les membres du Jury (1 heure)

Au terme de cette préparation, le candidat expose durant 30 minutes le résultat de ses travaux et apporte, à l'issue de l'exposé, pendant un temps maximum de 30 minutes, les précisions et justifications souhaitées par le jury. Il dispose d'un tableau et d'un ordinateur avec un vidéo projecteur, pour illustrer sa démarche. Durant l'exposé du candidat, le jury ne pose aucune question.

Le candidat doit avoir le souci de présenter un exposé structuré dont les différentes parties conduisent à la résolution du problème de maintenance.

Les outils de description, (fonctionnelle, structurelle...), ne sont pas une fin en soi, mais seulement un moyen qui doit être employé à bon escient. Leur utilisation suppose une application stricte des règles qui les régissent

L'application des lois et principes physiques doit servir de support à l'explication du fonctionnement et à la structuration du diagnostic.

Les candidats s'aideront des moyens informatiques mis à leur disposition afin que le temps consacré aux explications et démonstrations mathématiques ne soit pas amputé par des schémas ou dessins exécutés "en direct".

L'exposé ne doit pas se résumer à la relecture du dossier technique et à la copie au tableau des documents fournis.

L'exposé sera dynamique et le souci de convaincre permanent.

4 – Critères d'évaluation :

4-1 Connaissances techniques et scientifiques

(privilégier la culture technologique par rapport aux calculs et développements mathématiques ...)

4-2 Qualité des descriptions des divers procédés

Explication du fonctionnement d'un mécanisme (graphe, schéma, ...)

4-3 Rigueur de l'argumentation dans les démarches et les méthodes.

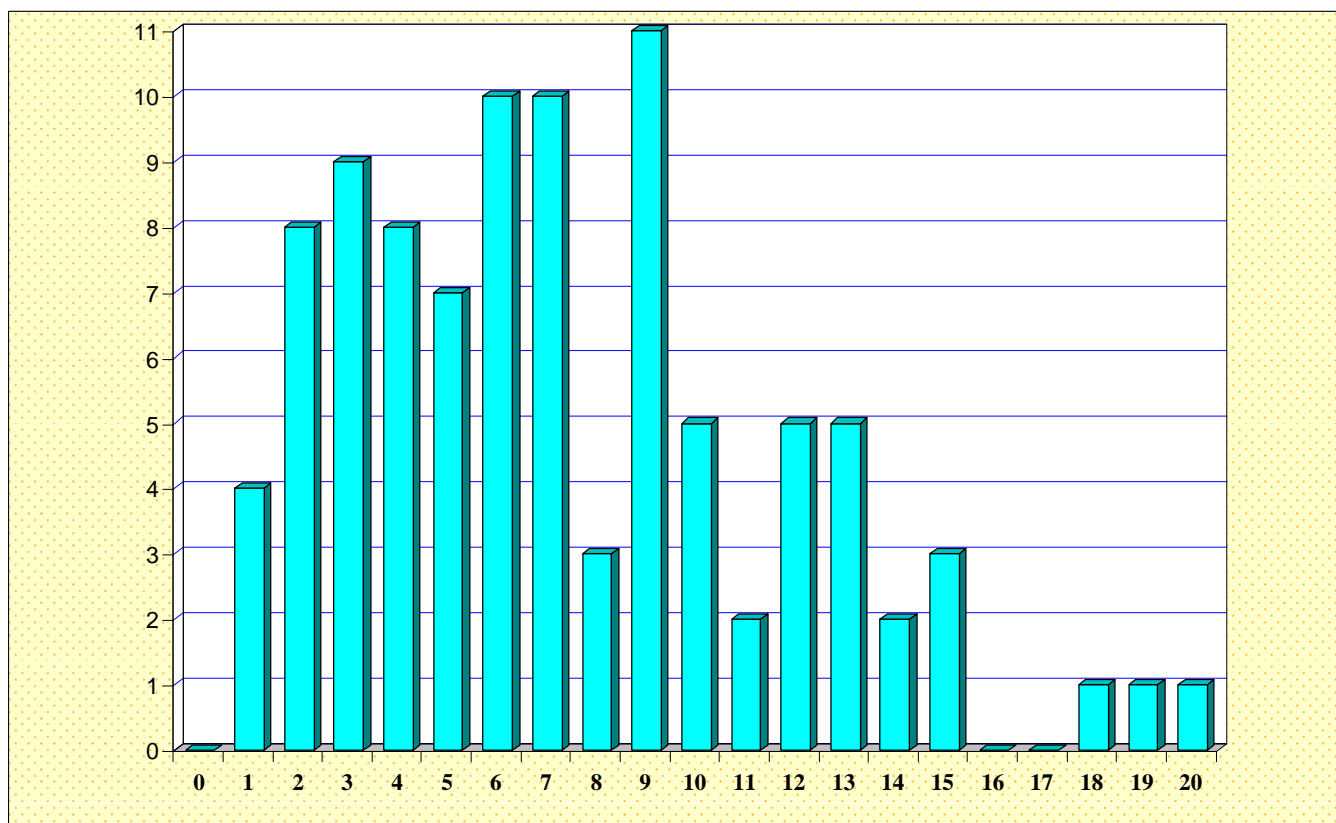
4-4 Pertinence des analyses conduites et des propositions faites.

4-5 Précision et rigueur du vocabulaire technique

Aptitude du candidat à communiquer (tableau, expression, ...)

IV – Résultats

REPARTITION DES NOTES



Moyenne : 7.31

Nombre de candidats présents : 96

Travaux Pratiques

I – Rappel de définition de l'épreuve

Extraits du B.O. n° spécial 6 du 11 juillet 1991 et du B.O. n° spécial 5 du 21 octobre 1993

Durée de l'épreuve : 8 heures

- Début de l'épreuve à 8h.
- Pause déjeuner de 12h à 12h45
- Fin des épreuves à 16h45

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable :

- d'effectuer un diagnostic,
- de remettre en conformité un ou plusieurs constituants, dans le respect des règles de sécurité, des contraintes économiques et du cahier des charges du constructeur.
- de concrétiser une démarche de qualité totale.

Forme de l'épreuve :

L'épreuve pratique se déroule à l'atelier sur véhicules particuliers, véhicules industriels, machines agricoles ou engins de chantier.

Le candidat tire au sort un sujet, il est placé en présence d'examineurs membres du jury, sur son poste de travail ; il s'agit de spécialistes de la discipline.

A partir de données telles que :

- documentation technique du véhicule ou engin : manuel d'utilisation, manuel de réparation schéma électrique, hydraulique, revue technique ...
- description du ou des dysfonctionnements,
- outillages, appareillages de mesure ou de contrôle
- outils (informatiques ou non) d'aide à la maintenance,

Le candidat doit par exemple:

- dresser l'inventaire des modules fonctionnels susceptibles d'être en dysfonctionnement,
- préciser la ou les causes du dysfonctionnement ou émettre des hypothèses quant à l'origine de ces dernières,
- conduire une démarche de diagnostic menant à la détermination du ou des composants défectueux,
- proposer un processus d'intervention, en tenant compte des contraintes de sécurité, des critères économiques, des préconisations du constructeur.
- dresser la liste des outillages et/ou appareillages à utiliser,
- remettre en conformité,
- valider l'intervention en s'assurant du respect absolu des impératifs de sécurité, de conformité du constructeur et du bon fonctionnement du ou des constituants supports de l'intervention.

Le candidat devra :

- prendre les initiatives nécessaires à l'organisation de son poste de travail et à la gestion de ses activités dans le temps,
- mettre en œuvre les matériels, utiliser les moyens de mesurage, de contrôle et de diagnostic, effectuer des opérations de maintenance,
- préparer un compte-rendu de son travail rappelant la démarche suivie, les connaissances mobilisées, les résultats obtenus et les conclusions. Ce compte rendu est destiné à l'entretien avec les examinateurs en fin d'épreuve.

Le jury évalue :

- l'organisation du poste et la méthode de travail mise en œuvre,
- la démarche causale d'analyse du dysfonctionnement,
- la capacité à ordonnancer un algorithme de diagnostic, compte tenu des critères de probabilité de panne, de facilité et de rapidité d'exécution,
- le comportement du candidat devant les différents problèmes à résoudre,
- la qualité des résultats obtenus et la justification des choix,
- la concrétisation de la démarche de qualité totale « faire bon du premier coup, au moindre coût, dans le respect absolu des impératifs de sécurité »,
- la qualité du compte rendu oral de travaux pratiques : capacité à dégager l'essentiel et à produire des propositions.

II – Commentaires du jury

Cette épreuve de 8 heures, prend appui sur des systèmes ou sous-systèmes du domaine de la maintenance des véhicules particuliers, des véhicules industriels, des matériels agricoles et des engins de chantier, existant dans les lycées technologiques et professionnels. Ces équipements sont d'une technologie récente.

Les dossiers techniques des systèmes (manuels de réparation, schémas électriques, ...) sont fournis. Certains utilisent des supports informatiques (LASER, ...)

Elle se déroule sur un poste tiré au sort. L'ensemble des thèmes couvre, de manière significative les activités des bacheliers professionnels de la filière automobile.

Le candidat doit se présenter avec une tenue de travail correcte – combinaison, blouse, chaussures de sécurité.

L'outillage nécessaire est mis à disposition sur le poste de travail ou à la demande du candidat.

On distingue :

1. - Activité de diagnostic

- établir le constat de défaillance,
- identifier la chaîne fonctionnelle concernée par la défaillance,
- établir le diagnostic et conclure sur le ou les composants à remplacer.
- localiser le ou les composants défaillants,

2. - Activité de réparation

- définir le type et les frontières de la réparation,
- mettre en œuvre le processus de réparation de l'élément défectueux en tenant compte des contraintes techniques, économiques et de sécurité.

L'activité de réparation comprend les opérations de dépose, démontage, contrôle, remontage, repose, réglages et essais de fonctionnement.

Nota : Le diagnostic ne doit pas se limiter à un inventaire non exhaustif des causes possibles, mais il doit permettre d'identifier clairement le (les) constituant(s) en cause qui feront l'objet de la réparation, du remplacement ou de la remise en conformité répondant aux normes du constructeur.

Les écrits et documents rédigés par le candidat sont récupérés pour archivage à l'issue des épreuves mais non notés.

Le jury a constaté :

Globalement, les candidats mettent en œuvre les travaux pratiques de manière satisfaisante. Cependant, plusieurs points caractérisent les insuffisances de certains candidats.

A propos de la prise en main du système support de l'épreuve

- La plupart des candidats s'approprient convenablement le système dans sa globalité mais certains consultent la documentation mise à leur disposition sans l'avoir appréhendée dans son ensemble. Ce type de consultation ne leur permet pas toujours d'engager le diagnostic de manière correcte. Avant de conduire une recherche de dysfonctionnement, le candidat doit analyser à partir des documents qui lui sont confiés les modes de fonctionnement du système.
- Certains candidats ne valident pas le dysfonctionnement énoncé dans le sujet.
- Le jury a constaté également que certains candidats éprouvent des difficultés de lecture des plans et/ou des schémas mis à leur disposition.
- La connaissance des principes de fonctionnement des systèmes pilotés (ex : capteurs, pré actionneurs, actionneurs, systèmes en boucle ouverte et en boucle fermée) est souvent trop approximative pour permettre aux candidats d'être capable d'effectuer un diagnostic efficace.

A propos de la méthodologie de diagnostic

- La méconnaissance technologique du système ne permet pas l'aboutissement du diagnostic.
- La méthodologie de diagnostic est souvent mal maîtrisée, certains candidats éprouvent des difficultés à identifier la chaîne fonctionnelle incriminée par la défaillance et à repérer ses différents composants. Les tests sont parfois effectués sans véritable hiérarchisation et ne permettent pas de minimiser les temps de localisation.
- Les risques ne sont pas toujours correctement identifiés ou analysés ce qui conduit les candidats à se mettre en situation dangereuse ou à détériorer le véhicule (connecteurs électriques, calculateurs ...).
- Les hypothèses émises et les tests réalisés ne sont pas toujours justifiés.

A propos de la mise en œuvre

- Le manque de pratique handicape fortement certains candidats pour les activités de démontage / remontage.
- La mise en œuvre des matériels de mesure est correcte dans l'ensemble, mais on constate des difficultés à choisir l'appareil et les calibres adaptés.
- La mise en œuvre des outils de contrôle spécifiques au diagnostic et à la réparation est souvent mal maîtrisée.

A propos des connaissances mobilisées et de l'analyse des résultats obtenus

- Les connaissances de base en mécanique, électricité, électronique, hydraulique et automatisme sont insuffisantes. Elles demandent à être approfondies pour faciliter la compréhension des systèmes pluri technologiques.

A propos de l'organisation du poste de travail et de l'activité de travaux pratiques

- Souvent mal gérée, la répartition du temps est un problème pour de nombreux candidats. Nombreux sont ceux qui passent trop de temps pour le diagnostic au détriment de la réparation.
- On rappelle aux candidats qu'ils ont la responsabilité de l'organisation de leur poste de travail, charge à eux de déterminer et de demander les outils adaptés et la documentation nécessaire.
- Les candidats ont le souci de remettre leur poste en état à la fin de leur activité.

A propos du bilan oral de l'activité

- Si certains candidats font preuve d'esprit de synthèse, d'autres ont des difficultés réelles à organiser et à hiérarchiser les activités qu'ils ont effectuées.
- Certains candidats ne sont pas conscients des lacunes de la méthode utilisée et ne font pas preuve d'autocritique de la démarche utilisée.
- Il est regrettable de constater chez certains candidats, un non respect des règles élémentaires de communication (langage utilisé, vocabulaire, clarté d'élocution, respect des interlocuteurs).

Le jury conseille aux futurs candidats :

- d'étudier les technologies des systèmes actuels développés dans le domaine de l'automobile, du véhicule industriel, des matériels agricoles et des engins de chantier,
- de posséder un bon niveau de pratique professionnelle,
- de savoir établir un diagnostic précis de manière à définir le/les constituant(s) en cause qui feront l'objet de l'intervention,
- de s'exercer à consulter efficacement une notice d'utilisation d'un appareil, dans le cas d'une première utilisation,
- de se familiariser avec les outils de diagnostic,
- de prévoir une tenue de travail appropriée pour des travaux pratiques.
- d'analyser les risques encourus au préalable à toute activité de manière à mettre en œuvre les mesures adaptées (procédures et moyens).
- de se préparer à effectuer une présentation orale dans le cadre de l'entretien avec le jury (30 minutes maxi.) prévue en fin d'épreuve. Cet entretien doit permettre au candidat de présenter et critiquer l'activité qu'il a conduite, les démarches utilisées et de faire le bilan des résultats obtenus.

Thèmes des travaux pratiques proposés

Pour cette session, le jury a proposé une quarantaine de sujets de travaux pratiques. Les thèmes, tous issus des domaines de l'automobile, des véhicules industriels, des matériels agricoles et des engins de chantier ont permis de mettre en œuvre des activités de diagnostic et de réparation.

Exemples de thème :

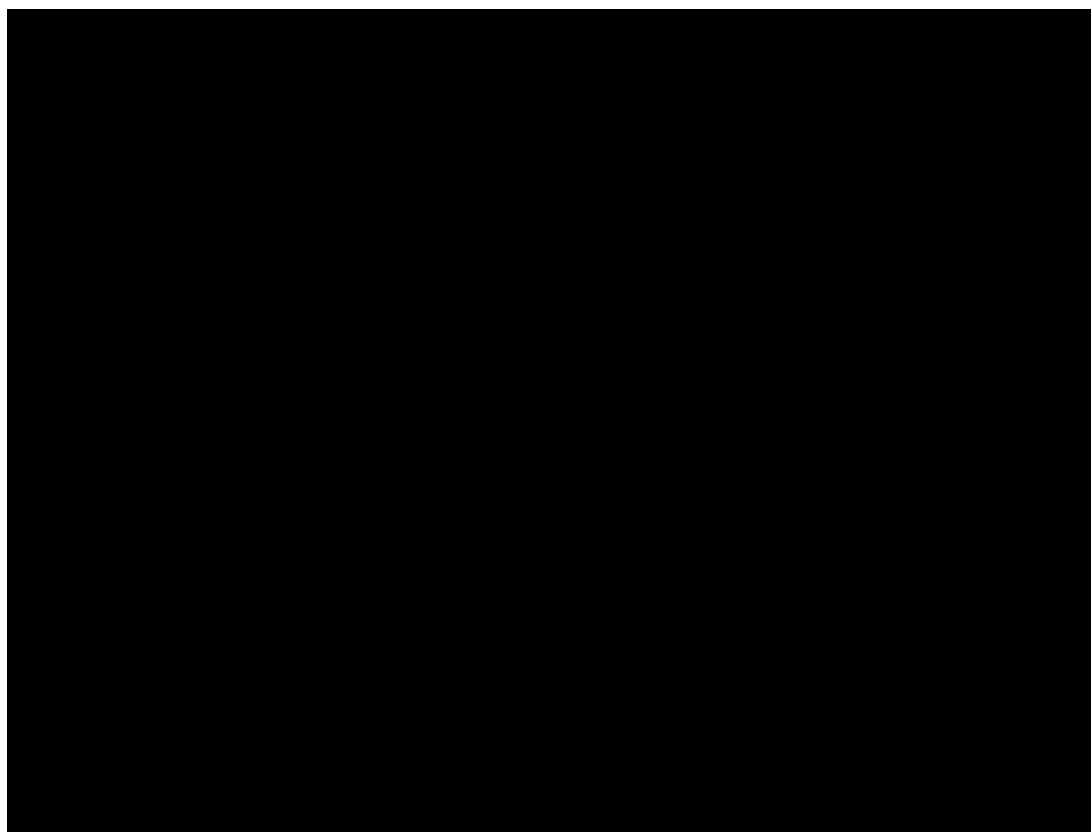
- Contrôle, remise en état de trains roulants,
- Mise au point de moteurs essence et diesel,...
- Circuit de régulation thermique,
- Circuits électriques multiplexés (véhicules légers, véhicules industriels et engins).

- Direction assistée électrique,
- Suspension hydraulique,
- Freinage (classique, ABS, ESP)
- Confort, climatisation,
- Transmission de puissance : Véhicules particuliers et véhicules industriels, engins agricoles et de travaux publics,
- Circuits hydrauliques : Matériels agricoles et engins de chantiers,
- ...

Cette liste n'est pas exhaustive, mais elle permet de présenter des exemples d'intervention sur des véhicules divers. Le jury s'efforce pour chacune des sessions de produire des sujets prenant en compte les nouvelles technologies.

IV Résultats

Histogramme des notes



Moyenne de l'épreuve :	12,6 /20
Nombre de candidats présents :	95

EPREUVE SUR DOSSIER

Session 2009

I – Rappel de définition de l'épreuve

Le B.O. spécial n°6 du 11 juillet 1991 et le B.O. spécial n°5 du 21 octobre 1993 définissent le déroulement de l'épreuve.

Durée de la préparation : 1 heure

Durée de l'épreuve : 45 min maximum

(Exposé : 15 min maximum - entretien : 30 min maximum)

Les salles d'interrogation comportent un tableau, un rétroprojecteur et un vidéo projecteur relié à un ordinateur. Les candidats peuvent apporter leur propre ordinateur. Des tables permettent aux candidats de disposer au besoin le support technique si celui-ci est transportable, des maquettes ou tout matériel utile à l'exposé.

Le jury conseille aux candidats de profiter des temps de préparation, qui ne sont pas des temps d'attente. Dans ce temps de préparation, le candidat peut utiliser 15 minutes pour préparer l'environnement matériel de son exposé à partir du dossier qu'il a élaboré.

Déroulement de l'épreuve :

Les B.O. spéciaux ci-dessus définissent précisément le contenu de l'épreuve sur dossier.

Globalement cette épreuve a pour but d'apprécier la connaissance qu'a le candidat de la discipline qu'il ambitionne d'enseigner, et de vérifier ses capacités de communication et d'expression.

L'épreuve s'appuie sur **un dossier personnel** réalisé par le candidat à partir d'un support technique authentique. Ce dossier est constitué de l'étude d'un système complétée par une réflexion sur les exploitations pédagogiques possibles. Le dossier est préparatoire à l'épreuve, il n'est pas évalué en tant que tel.

Les dossiers préparés par les candidats doivent être adressés au secrétariat du jury dès réception de la convocation aux épreuves d'admission.

Le dossier ne doit pas dépasser 50 pages (texte dactylographié et annexes comprises).

L'exposé doit mettre en valeur :

- les raisons qui ont présidé au choix du thème ou support industriel,
- la documentation technique rassemblée,
- **l'exploitation personnelle réalisée par le candidat** (en particulier dans le cas d'un travail d'entreprise, le travail personnel du candidat doit être repéré clairement dans le dossier),
- les objectifs pédagogiques choisis,
- la structure de la séance ou séquence présentée, en explicitant en particulier les activités proposées aux élèves, les compétences et connaissances nouvelles apportées ainsi que leur évaluation.

Le candidat expose (15 minutes), sans être interrompu par le jury, le résultat de ses travaux.

L'entretien permettra au jury de poser des questions destinées à :

- approfondir certains points du système choisi comme support d'étude,
- demander la justification de solutions technologiques adoptées,
- faire préciser les exploitations pédagogiques possibles.

Et donc de vérifier que le candidat :

- est capable de présenter clairement et de façon concise le fonctionnement du système retenu,
- connaît les contenus du référentiel,
- qu'il a réfléchi aux finalités et à l'évolution de sa discipline,
- qu'il a des aptitudes à l'expression et à la communication (organisation du discours, prise en compte de l'intérêt de l'auditoire, écoute, esprit d'analyse de synthèse, réactivité),
- qu'il a réfléchi à la dimension civique et éducative de son enseignement,
- qu'il peut faire état de connaissances élémentaires sur l'organisation d'un établissement du second degré et notamment d'un lycée professionnel.

II – Commentaires du jury

Le dossier de 50 pages maxi et consécutives (paginées) doit comporter deux parties distinctes :

Une étude technique du système choisi.

Une exploitation pédagogique prenant appui sur ce système.

A- Le choix du support d'étude :

Il appartient à un système actuel et si possible innovant d'un des domaines de la maintenance des véhicules, machines agricoles, engins de chantier.

B - La présentation du support technique :

Elle est abordée sous forme d'analyse (fonctionnelle et structurelle) permettant d'expliquer le fonctionnement tant d'un point de vue processus que mécanique ou autre. **On utilisera des outils descripteurs adaptés et normalisés.** Pour certains supports d'étude, le rappel de la réglementation en vigueur sera nécessaire. Cette démarche, permet de vérifier que le candidat, à l'issue de ce travail personnel, a compris le fonctionnement du support retenu et qu'il est capable de justifier, **à son plus haut niveau de compétence**, le choix des solutions technologiques mises en œuvre.

Les données relatives à la maintenance du système peuvent être prises en compte, avec notamment :

- le constat de défaillance,
- les notices « constructeurs ».

C - L'exploitation pédagogique

Cette phase doit permettre au candidat de montrer qu'il est capable de dégager d'un support industriel, des séquences (T.D, T.P. ou cours) en adéquation avec le référentiel, qui lui permettront de fonder sa stratégie d'enseignement.

L'activité maintenance est du **niveau Baccalauréat Professionnel «Maintenance des Véhicules Automobiles» ou du Baccalauréat Professionnel « Maintenance des Matériels »**. Elle est laissée au choix du candidat, toutefois il devra être en mesure de la justifier.

Le candidat peut proposer des séquences significatives :

- d'apprentissage sur un système motorisé.
- de maintenance.
- etc.

La constitution d'un parcours de formation sera élaborée à partir du référentiel de certification du Baccalauréat Professionnel et des éléments ou parties du système les plus pertinents. Il s'agira de dégager une organisation sur la globalité des **trois** années de la formation. Ce travail réalisé, le candidat développera en totalité une séquence d'enseignement en précisant les séances extraites de la séquence proposée et les conditions de déroulement. Le développement d'une séance de TP de diagnostic et de maintenance est souhaité ainsi que son évaluation selon les exigences du référentiel.

Pour cela des documents supports (fiche contrat, de suivi....) seront utilisés. Les documents élèves seront présentés complétés, le candidat devra préciser les conditions d'utilisation de ces documents.

D - L'aspect expression et communication :

La prestation du candidat permet au jury d'évaluer sa maîtrise en termes de communication au sein d'une classe, ainsi que ses aptitudes à exercer de manière efficace et sereine sa fonction de professeur.

III - Le Constat et les conseils :

A - Lors de la prestation des candidats, pour la présentation du support technique, le jury a apprécié :

- la capacité de nombreux candidats à trouver des thèmes modernes, innovants et attrayants,
- la présentation de systèmes actuels et les démarches faites pour obtenir des documents de qualité auprès des constructeurs,
- le recours fréquent à des modèles numériques à partir de modeleurs volumiques pour présenter les solutions constructives,
- l'utilisation raisonnée des outils d'analyse fonctionnelle,
- la pertinence et l'authenticité des problématiques abordées dans le dossier technique par un grand nombre de candidats,
- des analyses techniques et scientifiques permettant de mettre en adéquation les solutions constructives et problématiques de départ,
- La précision du vocabulaire technique employé par la majorité des candidats,
- La mise à disposition d'un plan de déroulement de l'exposé.

le jury a regretté :

- que si l'analyse fonctionnelle est souvent utilisée, elle est placée après l'étude structurelle.
- que les éléments scientifiques sont souvent absents pour préciser le fonctionnement des capteurs, actionneurs et effecteurs,
- que malgré le libre choix du thème, le candidat ne maîtrise pas toujours les informations techniques et scientifiques contenues dans son dossier.
- que les règles élémentaires d'élaboration des schémas (S.A.D.T., diagramme pieuvre, grafcet, etc..) ne soient pas respectées.
- que le diaporama ne corresponde qu'à la forme numérisée du dossier technique, lui-même construit exclusivement en utilisant de la documentation constructeur.
- que si, dans l'ensemble les exploitations pédagogiques sont pertinentes, le jury déplore que les TP « découverte » se limitent à une simple observation des éléments du système, sans effectuer de mesures qui pourraient développer la curiosité des élèves.
- que les dossiers présentés ne soient jamais accompagnés d'études comparatives effectuant les mêmes fonctions.

B - Lors de la prestation des candidats, pour l'exploitation pédagogique, le jury a apprécié :

- les supports offrant de bonnes possibilités d'exploitations pédagogiques, surtout lorsqu'ils sont simples et qu'ils peuvent être facilement disponibles dans un établissement,
- la volonté globale de concevoir des activités correspondant au niveau des élèves et aux attentes du référentiel,
- la généralisation de fiches décrivant les intentions pédagogiques liées aux séquences d'enseignement proposées et développées,
- la formalisation de fiches synthétiques résumant le processus d'apprentissage envisagé, permettant de situer la séance ou séquence proposée dans un processus global de formation ,
- la présentation des contenus de formation avec les objectifs visés, les activités des élèves, les documents complétés, l'évaluation,
- la mise en relation des situations d'apprentissage avec les exigences du référentiel de certification,
- l'excellente qualité des documents présentés (malgré quelques exceptions regrettables), ils favorisent la compréhension du support d'étude.
- les propositions faites par de nombreux candidats concernant l'évaluation formative et/ou sommative des séquences du point de vue des outils, des modalités comme des conséquences à en tirer,
- l'équilibre entre le temps consacré à l'aspect technique et celui consacré à l'aspect pédagogique dans de très nombreux exposés,
- la maturité de la réflexion de nombreux candidats sur la dimension civique de l'enseignement qu'ils devront dispenser, y compris dans sa dimension d'éducation à l'environnement pour un développement durable,
- les schémas présentés avec des phases animées des fonctionnements de sous ensembles.

Le jury a regretté :

- la proposition de séquences uniquement consacrées à l'analyse fonctionnelle et structurelle sans liens avec la maintenance.
- la présentation d'activités pédagogiques (cours, travaux dirigés, travaux pratiques) dont le thème et les finalités sont parfois éloignés ou déconnectés des problèmes techniques abordés dans l'analyse technique du support,
- le positionnement des séquences dans l'année à partir des prérequis sans tenir compte de l'exploitation pédagogique ultérieure des savoirs nouveaux.
- la méconnaissance des directives pédagogiques générales par certains candidats qui ne conçoivent pas d'autre approche que déductive ;
- les difficultés éprouvées par plusieurs candidats lorsqu'il s'agit de porter un regard qui ne soit pas uniquement technique sur les supports (aspects environnementaux ou sociétaux par exemple).
- que si la démarche de diagnostic est souvent appréhendée, les outils d'aide au diagnostic (algorithmes, diagramme causes-effet, valise, station...) ne sont pas toujours maîtrisés et souvent le candidat se contente d'utiliser les démarches des constructeurs sans les convertir en approche pédagogique.
- que lorsque la prévention des risques professionnels est abordée elle reste trop souvent sur des généralités types consignes de sécurité.
- que quelques candidats ignorent l'existence des référentiels de certification et de leur actualisation et que certains d'entre eux n'aient aucune connaissance élémentaire sur l'organisation d'un lycée professionnel.

Conseils aux futurs candidats :

Le jury conseille au candidat:

- **de rechercher un support dès la décision d'inscription au concours, donc de ne pas attendre les résultats de l'admissibilité, sinon les dossiers sont inachevés ou bâclés par manque de temps,**
- d'évaluer dès le début de l'étude le potentiel pédagogique du support et le type d'utilisation qui peut en être fait avec les élèves,
- de choisir un support de conception actuelle avec un niveau de technicité et de complexité correspondant aux équipements des véhicules récents. Il est recommandé de cibler un système embarqué de technologie récente appartenant à un véhicule clairement identifié pour ne pas rester sur des généralités,
- de privilégier des supports modernes et attrayants pour les élèves,
- de dresser un inventaire des exploitations pédagogiques possibles en lien avec le support et la problématique développée. Cet inventaire, qui ne vise pas à l'exhaustivité, gagnera à être varié dans les niveaux de formation comme dans les parties du programme abordées,
- de rédiger des fiches d'intentions pédagogiques,
- de proposer des activités correspondant à des séances et/ou des séquences de formation et d'éviter d'utiliser le support pour une situation d'évaluation sommative ou une illustration de cours théoriques,
- de positionner les séquences ou les séances dans le cycle de formation. Dans un processus global de formation il faut tenir compte des prérequis et de l'utilisation ultérieure des nouveaux savoirs,
- de privilégier les activités pédagogiques se fondant sur **une problématique réelle** posée par le support, liées à **l'étude des systèmes motorisés, au diagnostic et aux travaux de maintenance corrective et préventive**, dont l'aboutissement permet de **valider une remise en état**.
- de construire les séquences et/ou séances dans le respect des directives pédagogiques des référentiels et des documents d'accompagnement,

C - L'aspect expression et communication :

Le jury a apprécié :

- l'aisance montrée par beaucoup de candidats durant cette épreuve orale,
- la qualité globale de la présentation des dossiers,
- la tenue des candidats, la maîtrise du langage et la présentation de leurs travaux.
- la bonne maîtrise des candidats dans la gestion du temps de présentation et l'utilisation de supports synthétisant des données développées dans le dossier. Ces derniers permettent de bien exposer les problèmes abordés, de faciliter la compréhension de la trame de la présentation, de mettre en valeur certaines études particulièrement intéressantes, les résultats obtenus ainsi que les conclusions du candidat. Ceci permet d'éviter des situations qui amènent, avec un dossier souvent bien constitué, certains candidats à ne faire qu'une simple lecture lors de sa présentation.

Le jury a regretté :

- la posture et le comportement (familiarité, jury interrompu...) de certains candidats, heureusement peu nombreux,
- l'incapacité de quelques candidats à expliquer simplement le fonctionnement de leur système,
- le manque de réflexion de certains candidats lors de leurs réponses aux questions du jury (réponses trop hâtives ou reprenant des arguments déjà largement développés) ;
- le manque de conviction de certains candidats;

Conclusion

Le jury rappelle aux candidats que leur futur métier de professeur exigera des compétences professionnelles dans les quatre domaines suivants :

- la maintenance des véhicules automobiles et des matériels,
- la pédagogie et la didactique relatives à la discipline dont les démarches inductives,
- la dimension civique,
- la communication.

Le jury conseille donc aux candidats de montrer leurs capacités et l'état de leur réflexion dans ces quatre directions.

Cela a été le cas d'un grand nombre de candidats de cette session. Leur aisance à l'oral les a aidés à mettre ces points en avant, donnant au jury le sentiment d'une réelle réflexion d'ensemble et d'un bon niveau de préparation.

IV - Résultats

Moyenne de l'épreuve : 10,4

Nombre de candidats présents : 95

Les notes de l'ensemble des candidats se répartissent entre 2 et 18.

44 candidats ont obtenu une note inférieure à 10 et 51 candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 10.

