

DOSSIER TRAVAIL

Sous-épreuve E11 : Étude d'un Système Technique



Ce dossier comprend 13 pages numérotéesDT 1/13 à DT 13/13

Toutes les réponses aux questions posées sont à reporter dans ce dossier qui sera obligatoirement rendu, dans son intégralité, en fin d'épreuve

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL Maintenance des Matériels		
Options : A, B, C (AG, TP, PJ)	E 1 A1- Épreuve scientifique et technique	Sous-épreuve : E11
Session : 2018	Durée : 3 heures	Unité : U11
Code : 1806-MM ABC ST 11	Coefficient : 2	

REPORT DES NOTES

1 Mise en situation (DT2/13)	Pas de question	
2 Etude hydraulique : analyse et décodage (DT 3/13)	Question 1 Question 2 Question 3 Question 4 / / / /
Total : / 20		
3 Transmission de la puissance : analyse (DT 5/13)	Question 5 Question 6 Question 7 / / /
Total : / 20		
4 Boite de vitesses Power Shift : analyse (DT 6/13)	Question 8 Question 9 Question 10 / / /
Total : / 15		
5 Boite de vitesses Power Shift : étude cinématique analytique (DT 7/13)	Question 11 Question 12 Question 13 Question 14 Question 15 / / / / /
Total : / 20		
6 Axe de turbine : résistance des matériaux (DT8/13)	Question 16 Question 17 Question 18 Question 19 Question 20 Question 21 / / / / / /
Total : / 20		
7 Blocage du différentiel : étude cinématique graphique (DT10/13)	Question 22 Question 23 Question 24 Question 25 Question 26 Question 27 / / / / / /
Total : / 30		
8 Blocage du différentiel : étude statique graphique (DT11/13)	Question 28 Question 29 Question 30 Question 31 Question 32 Question 33 / / / / / /
Total : / 25		
8 (suite) (DT12/13)	Question 34 Question 35 Question 36 Question 37 / / / /
Total : / 30		
9 Blocage du différentiel : étude d'étanchéité (DT13/13)	Question 38 Question 39 Question 40 / / /
10 Blocage du différentiel : étude d'un ajustement (DT13/13)	Question 41 Question 42 Question 43 / / /
Total : / 20		

Total général

/ 200

1 MISE EN SITUATION

Problématique :

Vous êtes amenés à intervenir sur une chargeuse Volvo L90. Son propriétaire évoque des difficultés, en mode automatique, pour obtenir la 3^{ème} vitesse de la marche avant (appelée ultérieurement « marche avant/ 3^{ème} ») et pour bloquer le différentiel de l'essieu avant.

Ne connaissant pas particulièrement cette machine, vous consultez les notices à votre disposition (manuel atelier, manuel d'entretien...) et cherchez à comprendre son fonctionnement.

L'étude qui suit correspond à cette démarche avec, en plus, quelques vérifications, afin d'effectuer un diagnostic.

Différents aspects du fonctionnement de la machine seront abordés au cours de cette étude :

- hydraulique : analyse du schéma, décodage.
- transmission de puissance : analyse de la chaîne cinématique.
- boîte de vitesses Power Shift : analyse de la chaîne cinématique, étude cinématique analytique
- convertisseur de couple (axe de turbine) : résistance des matériaux.
- blocage de différentiel : étude cinématique graphique, étude statique graphique, étanchéité, ajustement.

Les différents résultats obtenus vous amèneront à conclure que le problème de passage en 3^{ème} vitesse n'est pas d'origine mécanique et que le blocage du différentiel ne fonctionne pas à cause d'un problème d'étanchéité.

2 ETUDE HYDRAULIQUE : ANALYSE ET DECODAGE

Question 1 :

Le schéma hydraulique page DT 4/13 permet de déterminer la correspondance entre les embrayages et les solénoïdes.

A partir des documents DR 3/10, DR 5/10 et de DT 4/13, cocher les cases correspondant aux solénoïdes excités pour chaque rapport de transmission.

Rapport	Solénoïdes excités					
	SA	SB	SC	SD	SE	SF
1 AV	X	X				
2 AV						
3 AV						
4 AV						
neutre						
1 AR						
2 AR						
3 AR						
4 AR						

Question 2 : Compléter le tableau suivant relatif aux composants repérés Rep1, Rep2 et SA du schéma hydraulique de la page suivante.

Repère	Désignation normalisée	Fonction
Rep 1		
Rep 2		
SA		

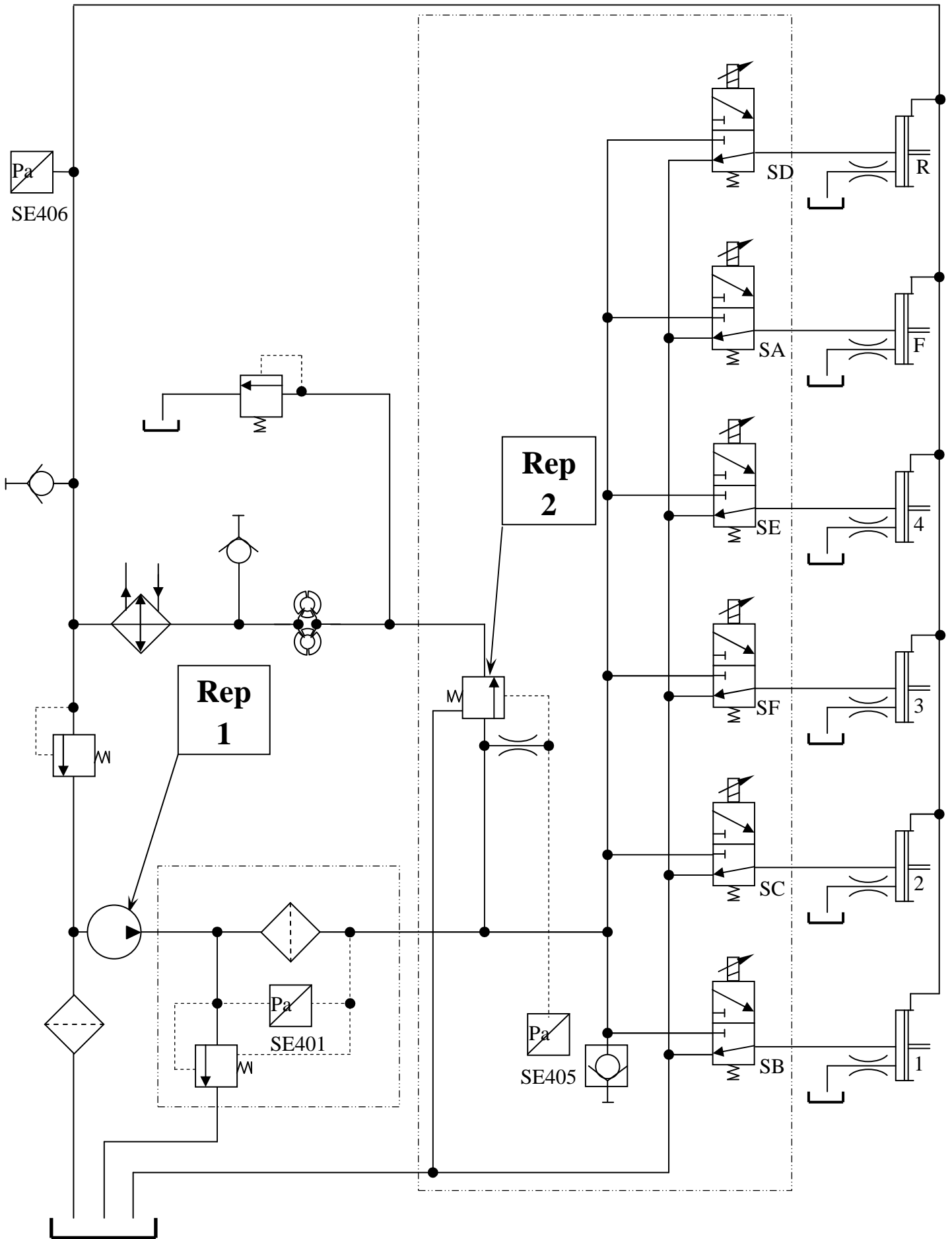
Question 3 : Sur le schéma hydraulique, colorier en rouge le circuit sous pression et en bleu le circuit basse pression (retour au réservoir) correspondant à une marche AV / 3^{ème}.

Question 4 : En déduire les repères des solénoïdes pouvant être à l'origine d'un mauvais fonctionnement en marche AV/3^{ème} ?

Réponse :

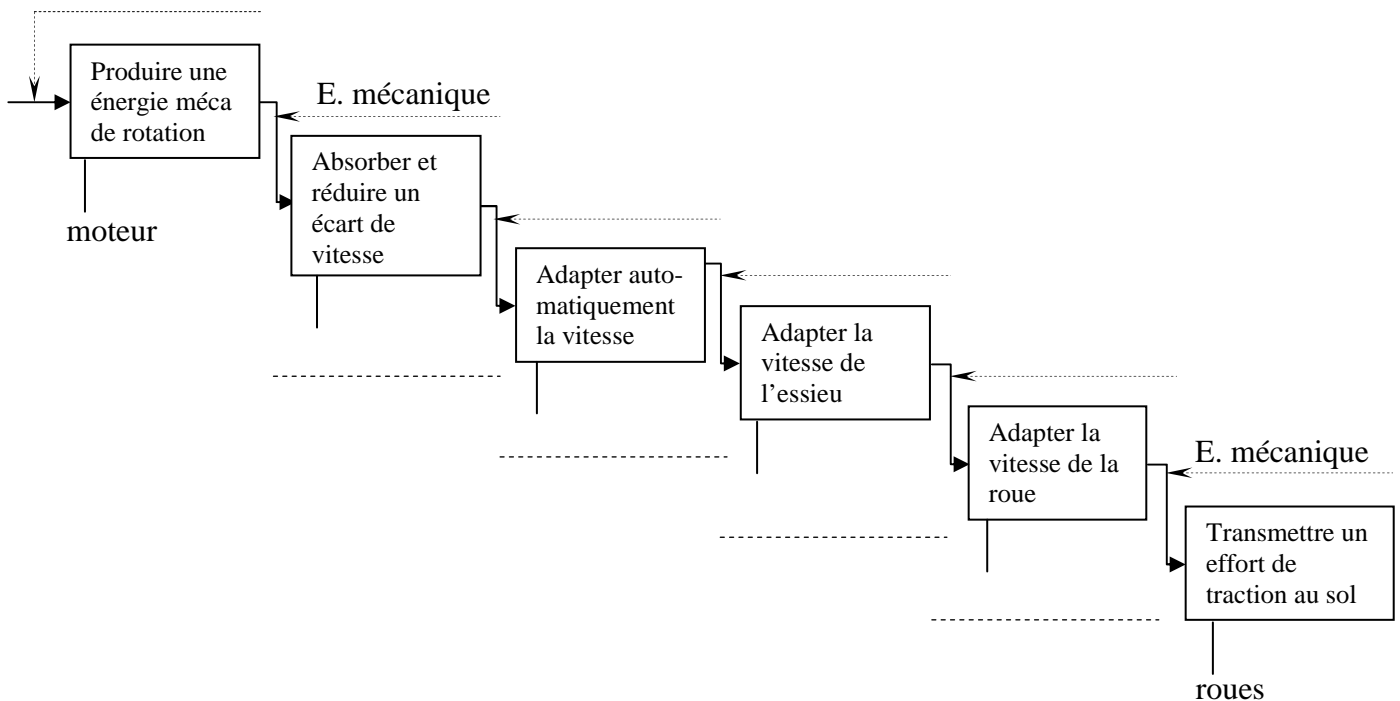
Total : / 20

Schéma hydraulique



3 TRANSMISSION DE LA PUISSANCE : ANALYSE

Question 5 : Relire les documents ressources DR 1/10 à DR 4/10 et compléter le diagramme de transmission d'énergie ci-dessous : préciser les types d'énergie d'entrée/sortie (exemples : chimique, hydraulique, pneumatique, mécanique) ainsi que la désignation des systèmes mécaniques.



Question 6 : En vous aidant du document DR 10/10, indiquer, à l'aide d'une croix, la famille à laquelle appartient chacun des composants suivants (une seule croix par ligne) :

<i>Composants</i>	<i>Famille de composants</i>			
	Actionneur	Transmetteur	Transformateur	Effecteur
Moteur				
Roues				
Convertisseur de couple				
Boite Power Shift				
Réducteur final				
Réducteur central				

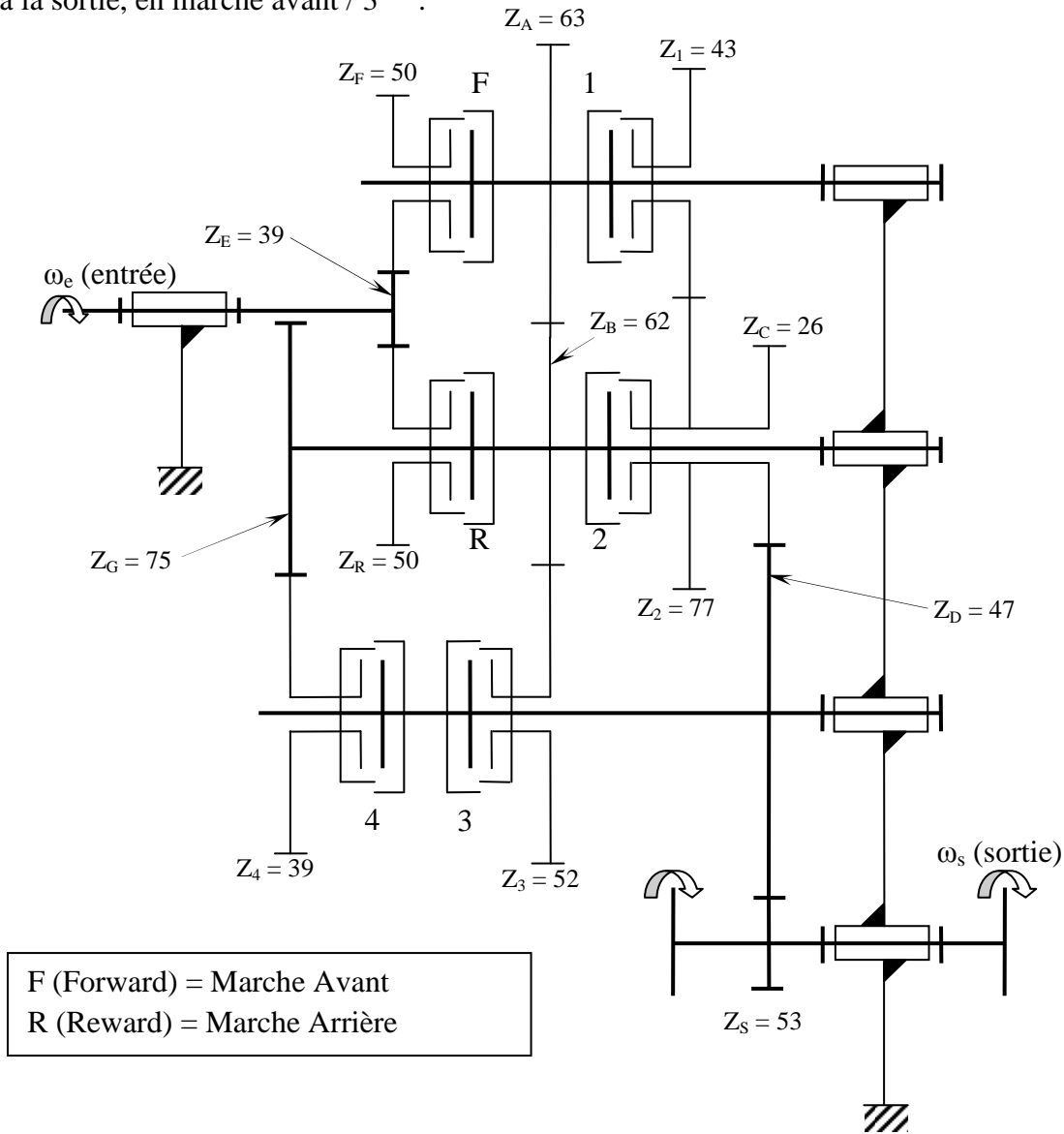
Question 7 : Parmi les composants ci-dessous, cocher ceux qui pourraient, en cas de mauvais fonctionnement, provoquer une perte de puissance par glissement :

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Moteur | <input type="checkbox"/> Arbre de transmission | <input type="checkbox"/> Convertisseur de couple |
| <input type="checkbox"/> Boite Power Shift | <input type="checkbox"/> Réducteur final | <input type="checkbox"/> Réducteur central |

Total : / 20

4 BOITE DE VITESSES POWER SHIFT : ANALYSE

Question 8 : A l'aide du document ressources DR 3/10, tracer en rouge, sur le schéma cinématique de la boîte de vitesses ci-dessous, le flux de puissance mécanique, de l'entrée jusqu'à la sortie, en marche avant / 3^{ème}.



Question 9 : En observant le schéma cinématique précédent, comparer le sens de rotation de l'arbre de sortie par rapport à celui d'entrée en marche avant / 3^{ème} (cocher la bonne réponse) et justifier :

- Même sens de rotation Sens de rotation opposé

Justification :

Question 10 : Sur le schéma cinématique ci-dessus, entourer en bleu les embrayages qui pourraient être à l'origine d'une perte de puissance en marche avant / 3^{ème}.

Total : / 15

5 BOITE DE VITESSES POWER SHIFT : ETUDE CINEMATIQUE

Question 11 : On note Ω_e la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée de la boîte de vitesse et Ω_s celle de l'arbre de sortie. Calculer la raison de la boîte de vitesses Power Shift r_{boite} , en marche avant / 3^{ème} (le résultat sera arrondi à 3 chiffres après la virgule).

Détails du calcul : raison $r_{\text{boite}} = \dots\dots\dots$

Résultat : raison $r_{\text{boite}} = \dots\dots\dots$

Question 12 : Pour cette question, on supposera que le résultat précédent vaut $r_{\text{boite}} = 0,84$. Relire les documents DR 1/10, DR 2/10 et DR 4/10 et calculer la raison de la chaîne complète de la transmission $r_{\text{transmission}}$ (le résultat sera arrondi à 4 chiffres après la virgule).

Détails du calcul : $r_{\text{transmission}} = \dots\dots\dots$

Résultat : $r_{\text{transmission}} = \dots\dots\dots$

Question 13 : Calculer la fréquence de rotation des roues, N_{roue} en tr/min, lorsque le moteur tourne à son régime maximal (voir document DR 1/10). Le résultat sera arrondi à 2 chiffres après la virgule.

• Détails du calcul : $N_{\text{roue}} = \dots\dots\dots$

Calculer à partir de N_{roue} , la vitesse angulaire Ω_{roue} en rad/s. Le résultat sera arrondi à 3 chiffres après la virgule.

• Détails du calcul : $\Omega_{\text{roue}} = \dots\dots\dots$

Question 14 : On admet que $\Omega_{\text{roue}} = 10,1 \text{ rad/s}$. En déduire la vitesse théorique V_{th} en m/s puis en km/h, du véhicule par rapport au sol (arrondir le résultat à 1 chiffre après la virgule). On donne le diamètre d'une roue : $d_{\text{roue}} = 1480 \text{ mm}$. On supposera qu'il n'y a aucun glissement.

• Détails du calcul : $\dots\dots\dots$

• Résultat : $V_{\text{th}} = \dots\dots\dots \text{m/s}$

• Résultat : $V_{\text{th}} = \dots\dots\dots \text{km/h}$

Question 15 : Dans les mêmes conditions de fonctionnement (marche av / 3^{ème} et ligne droite), le constructeur annonce une vitesse de 25,2 km/h. Par ailleurs, les relevés sur le terrain indiquent tous des vitesses comprises entre 25 km/h et 27 km/h

Entourer, ci-dessous, votre conclusion sur le fonctionnement de la boîte de vitesse en marche AV/3^{ème} dans le cas d'une ligne droite :

Fonctionnement correct Fonctionnement incorrect

Total : / 20

6 AXE DE TURBINE : RESISTANCE DES MATERIAUX

Question 16 : Quelle est la valeur du couple maximal délivré par le moteur (voir document DR 1/10) ?

$$C_{\text{moteur}} = \dots\dots\dots$$

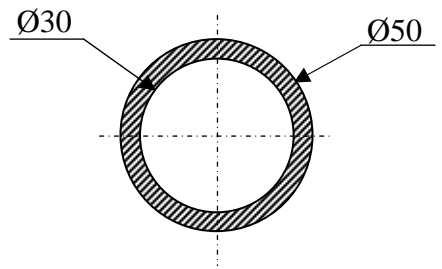
Question 17 : Quelle est la valeur du couple maximal exercé sur la turbine du convertisseur de couple (voir document DR 2/10) ?

Détail du calcul : Résultat : $C_{\text{turbine}} = \dots\dots\dots$

Question 18 : A quel type de sollicitation est soumis l'axe de la turbine (cocher la bonne réponse) ?

- traction/compression
 cisaillement
 flexion
 torsion

La figure ci-contre représente la section la plus faible de l'axe de la turbine du convertisseur de couple. Ce dernier, réalisé en acier spécial, peut résister à des contraintes au cisaillement allant jusqu'à $R_{eg} = 200 \text{ MPa}$.



Question 19 : En supposant que le couple exercé sur la turbine s'élève à 2 kN.m , calculer la contrainte maximale, τ_{max} , exercée au sein de la section de l'axe de turbine (voir document ressource DR 10/10). Arrondir votre résultat à 1 chiffre après la virgule.

Détails du calcul : $I_0 = \dots\dots\dots$

$\tau_{\text{max}} = \dots\dots\dots$

Résultat : $\tau_{\text{max}} = \dots\dots\dots$

Question 20 : A partir de R_{eg} , calculer le coefficient de sécurité s obtenu :

Détail du calcul : $s = \dots\dots\dots$ Résultat : $s = \dots\dots\dots$

Question 21 : L'axe de turbine est-il correctement dimensionné ? (cocher la bonne réponse).

- oui
 non

Justifier votre réponse :

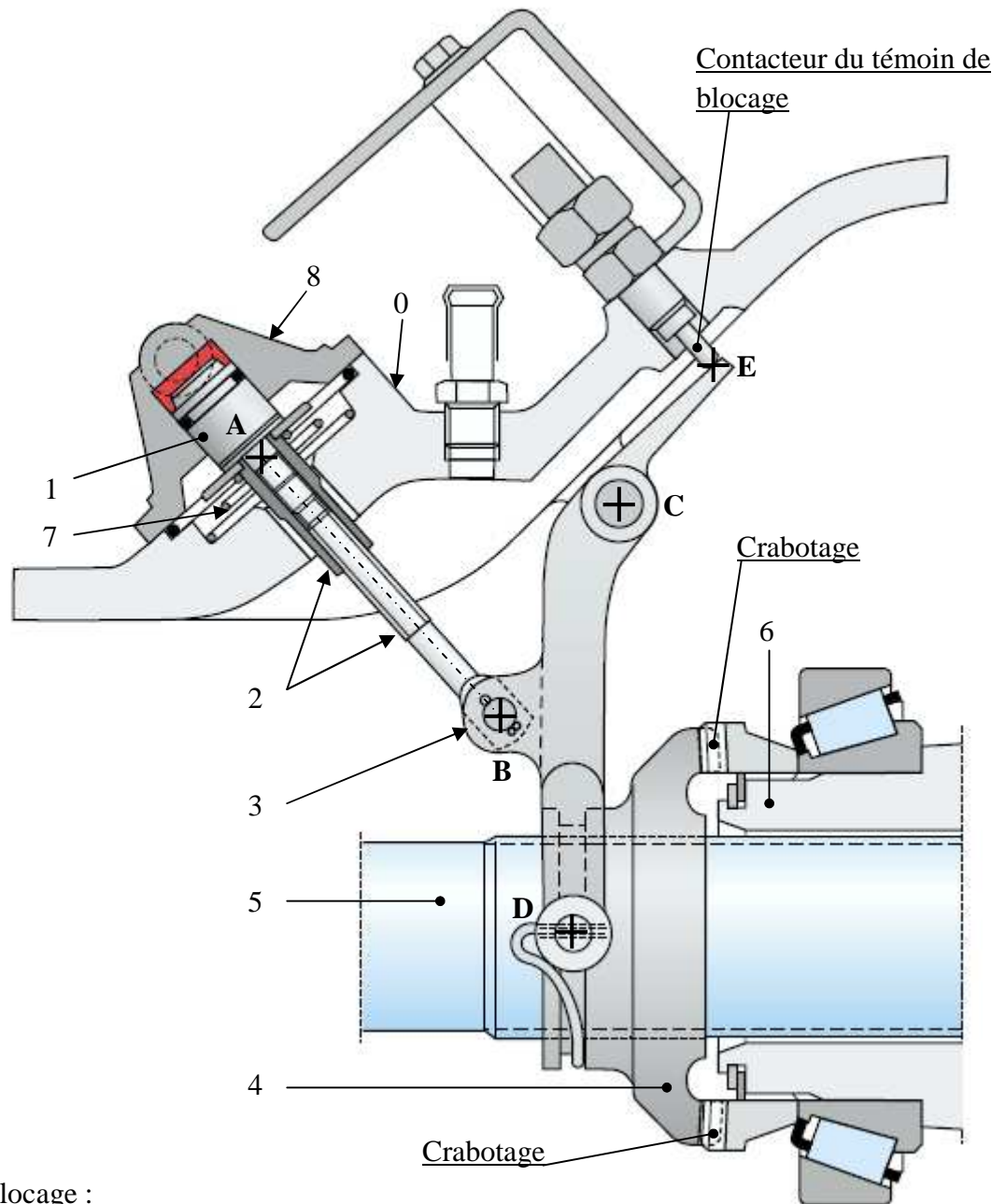
.....

Total : / 20

7 BLOCAGE DU DIFFERENTIEL : ETUDE CINEMATIQUE

Lorsque le conducteur enclenche le blocage du différentiel, le témoin correspondant du tableau de bord ne s'allume plus.

La figure ci-dessous représente le mécanisme en position bloquée.



Fonctionnement du blocage :

- L'arrivée de fluide sous pression au-dessus du piston 1 provoque un déplacement vers le bas de celui-ci, ce qui comprime le ressort de rappel 7.
- La tige 2, poussée par le piston 1, fait pivoter la fourchette 3.
- La fourchette 3, articulée en C par rapport au carter 0, déplace le crabot 4 vers la droite (contact ponctuel en D), solidarissant ainsi les arbres 5 et 6.
- Au repos (différentiel non bloqué),
 - la fourchette 3 est située 0,5 mm en retrait du contacteur du témoin
 - le crabot 4 est situé 0,5 mm en retrait du pignon de l'arbre 6
- On considèrera que le contacteur établit le contact dès qu'il est actionné et que le blocage du différentiel est obtenu lorsque le crabot 4 a pénétré de 2 mm dans le pignon de l'arbre 6.

Question 22 : Indiquer le nom et le centre de chacune des liaisons cinématiques entre les pièces suivantes :

Pièces en contact	Désignation de la Liaison ? (voir document DR9/10)	Centre de la liaison ? (voir figure page précédente)
1 et 8		Centre du piston 1
1 et 2	contact ponctuel	A
3 et 0		
3 et 4	contact ponctuel	D
4 et 5		

Question 23 : En déduire la nature et les caractéristiques des mouvements suivants :

Mouvement étudié	Nature du mouvement ? (translation rectiligne ou rotation, ou mouvement plan quelconque)	Caractéristiques principales ? (droite support à préciser ou centre à préciser sinon ne rien remplir)
Mvt _{1/8} (la rotation est négligée)		
Mvt _{2/0} (la rotation est négligée)		
Mvt _{3/0}		
Mvt _{4/5}		

Question 24 : En déduire la nature et les caractéristiques des trajectoires suivantes :

Trajectoire étudiée	Nature de la trajectoire ? (exemple : droite, cercle, courbe quelconque)	Caractéristiques ? (préciser 2 points pour une droite ou le centre et le rayon pour un cercle)
T _{A1/8}		
T _{B3/0}		
T _{D3/0}		
T _{D4/5}		

Question 25 : La course utile du piston vaut $C_1 = 2$ mm.

Quelle est la longueur, de la trajectoire du point $A \in 1/8$?

En déduire la longueur de la trajectoire du point $A \in 2/0$?

En déduire une valeur approchée de la longueur de la trajectoire du point $B \in 3/0$?

Question 26 : On donne les rapports $\frac{CD}{CB} = 1,75$ et $\frac{CE}{CB} = 0,7$.

Sachant que la trajectoire du point D est proportionnelle au rapport $\frac{CD}{CB}$, calculer sa longueur à 0,1mm près ?

Calcul : Résultat : $C_D = \dots$

Sachant que la trajectoire du point E est proportionnelle au rapport $\frac{CE}{CB}$, calculer sa longueur à 0,1mm près ?

Calcul : Résultat : $C_E = \dots$

Question 27 : Peut-on bloquer le différentiel ? (cocher) oui non

Le témoin au tableau de bord peut-il s'allumer ? (cocher) oui non

Total : / 30

8 BLOCAGE DU DIFFERENTIEL : ETUDE STATIQUE GRAPHIQUE

La page DT 11/13 vous permettra de déterminer l'effort **disponible** en B sur la fourchette 3.

La page DT 12/13 vous permettra de déterminer l'effort **nécessaire** en B pour bloquer le différentiel.

- La pression du fluide mesurée au-dessus du piston 1 vaut $P = 1,7 \text{ MPa}$.
- Le diamètre du piston 1 vaut $d_1 = 12 \text{ mm}$.
- Le ressort 7 (constante de raideur $k = 20\text{N/mm}$) est comprimé de $c = 1,5 \text{ mm}$ lorsque le blocage de différentiel est obtenu.
- Toutes les actions seront calculées en N (newtons) et arrondies à un chiffre après la virgule.

Question 28 : Calculer l'intensité de l'effort $\vec{F}_{\text{pression} \rightarrow 1}$, dû à la pression exercée sur le piston 1.

Détail des calculs :

Résultat : $F_{\text{pression} \rightarrow 1} = \dots\dots\dots$

Question 29 : Calculer l'intensité de l'effort $\vec{A}_{7 \rightarrow 1}$, exercé par le ressort 7 (comprimé) lorsque le blocage est obtenu (voir document DR10/10).

Détail des calculs : $A_{7 \rightarrow 1} = \dots\dots\dots$

Résultat : $A_{7 \rightarrow 1} = \dots\dots\dots$

Question 30 : En déduire l'intensité de $\vec{A}_{2 \rightarrow 1}$.

Détail des calculs :

Résultat : $A_{2 \rightarrow 1} = \dots\dots\dots$

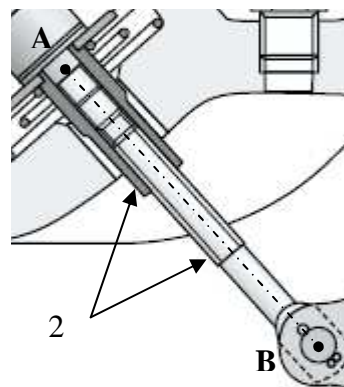
Question 31 : Appliquer le principe des actions mutuelles en A pour déterminer l'intensité de $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$

Résultat : $A_{1 \rightarrow 2} = \dots\dots\dots$

Question 32 : Effectuer le bilan des actions extérieures appliquées à la tige 2.

Action	Point d'application	Droite support	Sens	Intensité
$\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$	A			
	B			

Question 33 : Sur la figure ci-contre, tracer à main levée (sans échelle), les vecteurs représentant les forces exercées sur la tige 2 aux points A et B.



Total : / 25

Vous devez maintenant calculer l'effort nécessaire en B pour déplacer le crabot.

- Le crabot 4 oppose une résistance (due aux frottements dans les cannelures) évaluée à $D_{4 \rightarrow 3} = 100\text{N}$.
- On négligera l'action en E du contacteur sur la fourchette 3.

Question 34 : Énoncer le principe fondamental de la statique appliquée à la fourchette 3 (équilibre sous trois forces non parallèles) :

Question 35 : Compléter le tableau des actions exercées sur la fourchette 3 ci-dessous (inscrire « ? » si la réponse n'est pas encore connue à ce stade). Ne pas tenir compte du résultat de la question 32.

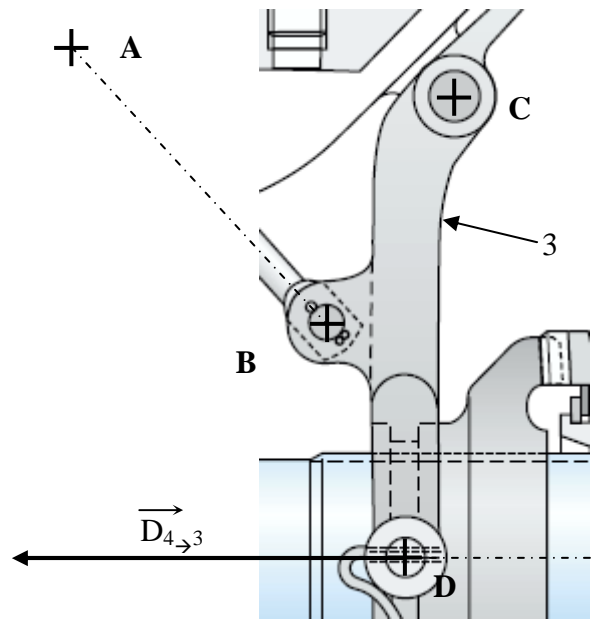
action	Point d'application	Support	Sens	Intensité en N
$\vec{D}_{4 \rightarrow 3}$	D	_____	←	100
	B	AB		
	C			

Question 36 : Résoudre graphiquement et compléter intégralement le tableau ci-dessous.

Tracé du dynamique
(1 cm → 20N)

$\vec{D}_{4 \rightarrow 3}$

action	Point d'application	Support	Sens	Intensité en N
$\vec{D}_{4 \rightarrow 3}$	D	_____	←	100
	B	AB		
	C			



Question 37 : Comparer l'effort disponible en B (question 32) et l'effort nécessaire en B (question 36) et conclure en cochant la bonne réponse :

- L'effort en B permet de bloquer le différentiel
- L'effort en B ne permet pas de bloquer le différentiel

Total : / 30

9 BLOCAGE DU DIFFERENTIEL : ETUDE D'ETANCHEITE

Question 38 : Indiquer la nature de l'étanchéité entre le piston 1 et le couvercle 8 en cochant ci-dessous les bonnes réponses.

- étanchéité statique ou étanchéité dynamique ?
- étanchéité directe ou étanchéité indirecte ?

Question 39 : Cocher la ou les familles de joints pouvant convenir pour ce type d'étanchéité :

- Joint torique joint quad-ring joint à lèvre joint plat

Question 40 : Quelle conséquence pourrait avoir une usure du joint de piston sur le fonctionnement du blocage de différentiel ?

.....

.....

10 BLOCAGE DU DIFFERENTIEL : ETUDE D'UN AJUSTEMENT

Question 41 : On donne l'ajustement entre le couvercle 8 et le piston 1 : $\text{Ø}15 \text{ H}7/\text{f}8$ ainsi que les écarts correspondants (voir tableau ci-dessous). Compléter le tableau ci-dessous.

	Alésage = couvercle 8	Arbre = piston 1
Cote tolérancée	$\text{Ø}15\text{H}7$	$\text{Ø}15\text{f}8$
Ecart supérieur en μm	+ 18	-16
Ecart inférieur en μm	0	- 43
Cote maxi en mm		
Cote mini en mm		
Jeu maxi entre les pièces 7 et 8 en mm	calcul : résultat :	
Jeu mini entre les pièces 7 et 8 en mm	calcul : résultat :	

Question 42 : En déduire le type d'ajustement entre le piston 1 et le couvercle 8 en cochant la bonne réponse ci-dessous :

- ajustement avec jeu ajustement incertain ajustement avec serrage

Question 43 : L'ajustement peut-il bloquer le mouvement de crabotage du différentiel ? (cocher la bonne réponse)

- oui non

Total : / 20