

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة الاستدراكية 2019  
- عناصر الإجابة -

+٢٣٥٨٤٤١ ٩٦٤٥٠٤٦  
+٢٣٥٦٥٤١ ٩٦٤٤٦٥٠  
٨ ٩٥٤٤٤٧ ٩٦٤٦٥٠٣  
٨ ٩٥٦١٦٨ ٩٦٤٦٥٠٣  
٨ ٩٥٦٦٦٦ ٩٦٤٦٥٠٣



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني  
و التعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

\*\*\*\*\*

RR45

الصفحة

1  
10

♦♦♦

4	مدة الاجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك

# ÉLÉMENTS DE CORRECTION

## Important

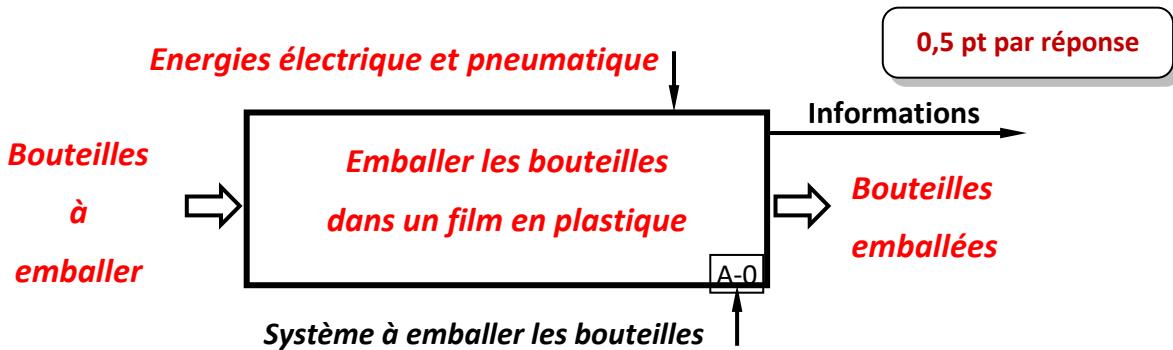
Le correcteur est tenu de respecter  
à la lettre les consignes relatives  
aux répartitions des notes partielles  
indiquées sur les éléments de  
correction

## DOCUMENTS RÉPONSES (DREP)

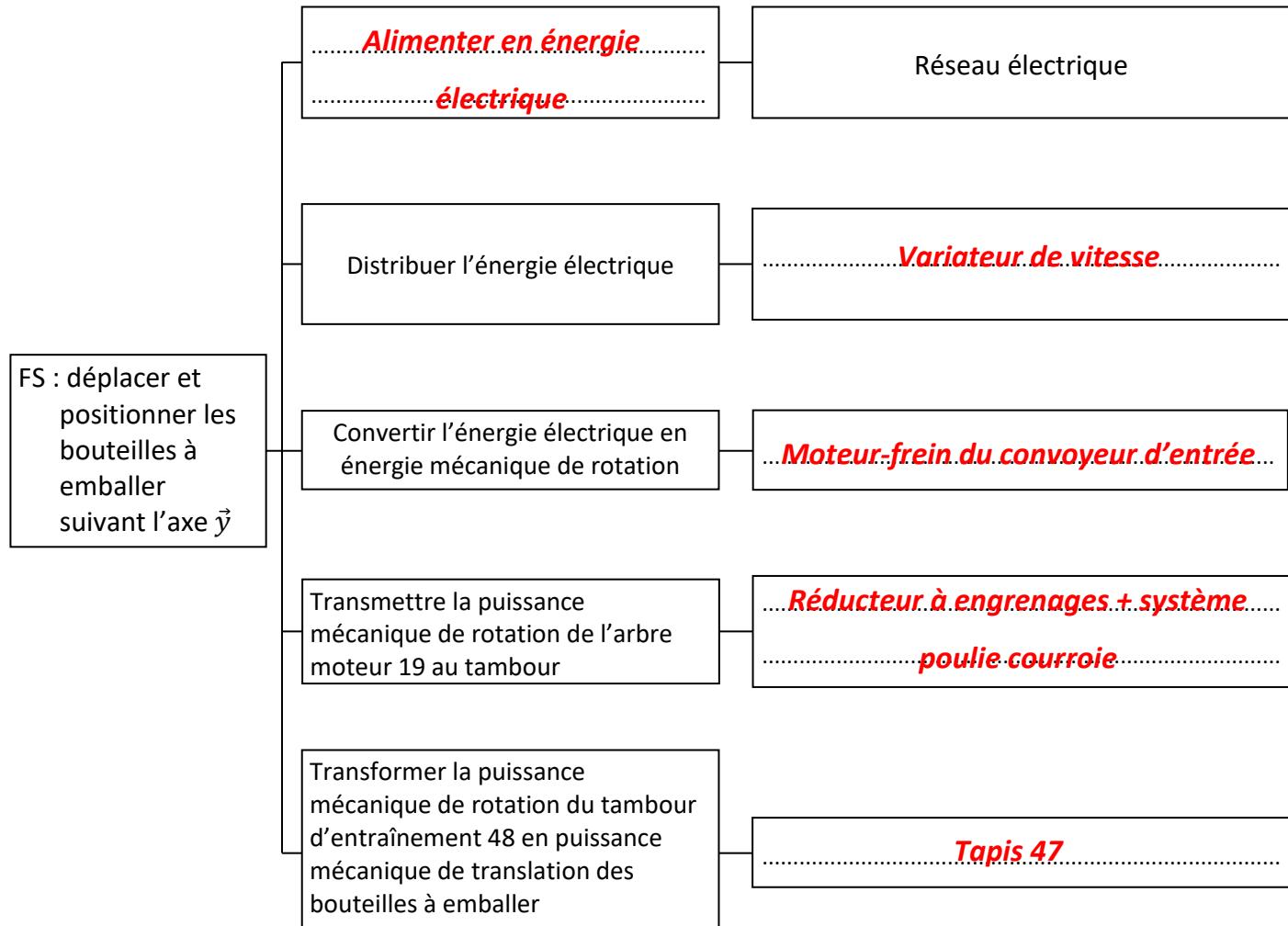
### Situation d'évaluation N° 1 :

Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle du système à emballer les bouteilles.

- a. En se référant à la présentation du système à emballer les bouteilles (pages 2/20 et 3/20), compléter l'actigramme A-0 suivant : /2 pts



- b. Compléter, en se référant aux pages 2/20 et 3/20, au schéma du convoyeur d'entrée et au synoptique de la chaîne de transmission de puissance mécanique DRES (page 17/20), le diagramme FAST relatif à la fonction de service FS : déplacer et positionner les bouteilles à emballer suivant l'axe  $\vec{y}$  grâce au convoyeur d'entrée : /2,5 pts



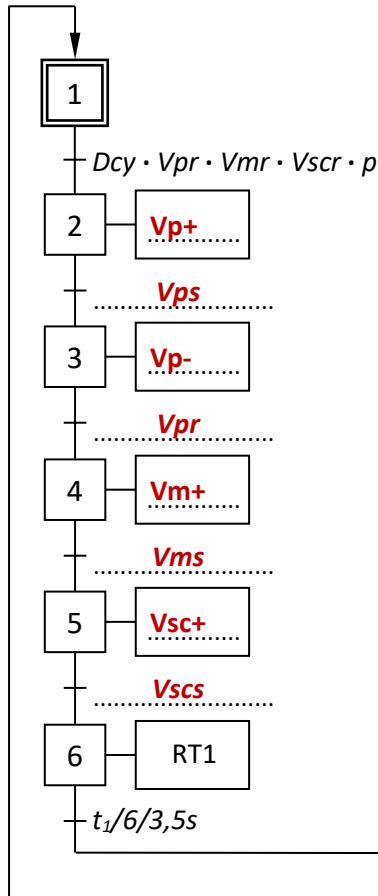
c. Compléter, en se référant aux DRES (pages 14/20 et 15/20), le tableau suivant : /2,5 pts

Nom de(s) l'élément(s)	Fonction à assurer par l'élément (ou les éléments)
Ressort frein 6	<b>Assurer le contact du disque frein mobile (3) et le plateau frein (5).</b>
Electro-aimant 14 (bobine)	<b>Déplacer le disque frein mobile (3) pour libérer l'arbre moteur (19) en rotation.</b>
Joint à lèvres 39	<b>Assurer l'étanchéité dynamique entre le couvercle (42) et l'arbre de sortie du réducteur (41).</b>
Les quatre lumières réalisées sur la semelle support 27	<b>Régler la tension des courroies trapézoïdales (46).</b>
Les quatre rainures réalisées sur le corps du réducteur 29	<b>Régler l'alignement de la poulie motrice (34) avec la poulie réceptrice (50).</b>

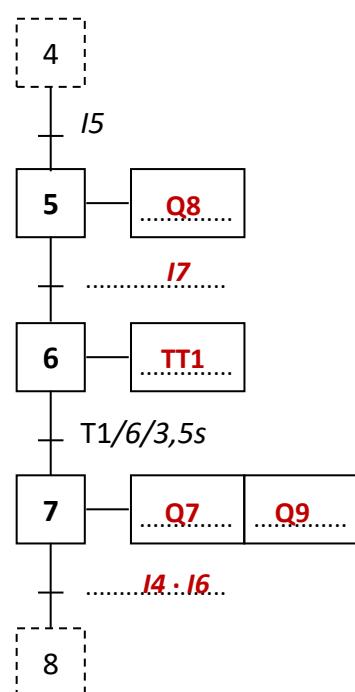
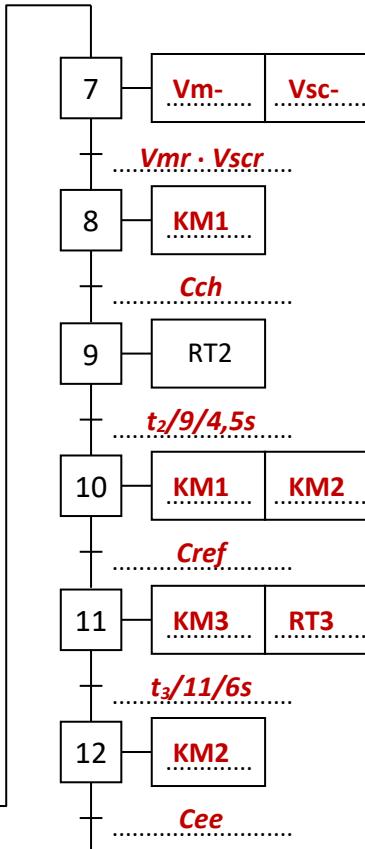
Tâche 1.2 : Etude partielle de l'automatisme du système à emballer les bouteilles :

En se référant au cycle de fonctionnement du système à emballer les bouteilles (page 3/20) et au DRES (page 16/20) :

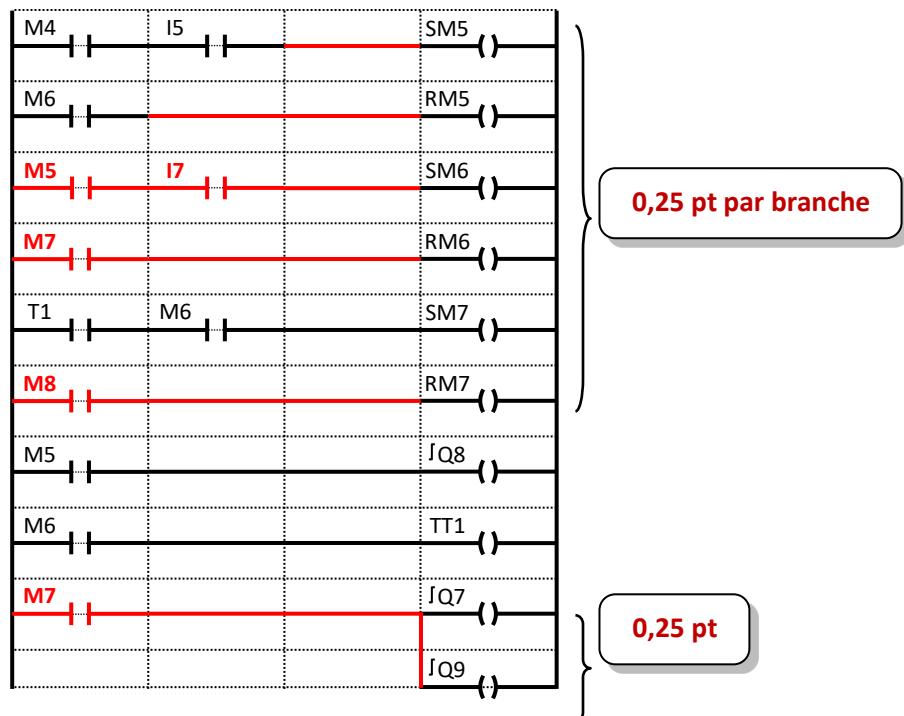
a. Compléter le grafcet de point de vue partie commande : /5,5 pts



b. Compléter le grafcet partiel de point de vue API de l'opération de soudure et de découpe : /1,5 pt



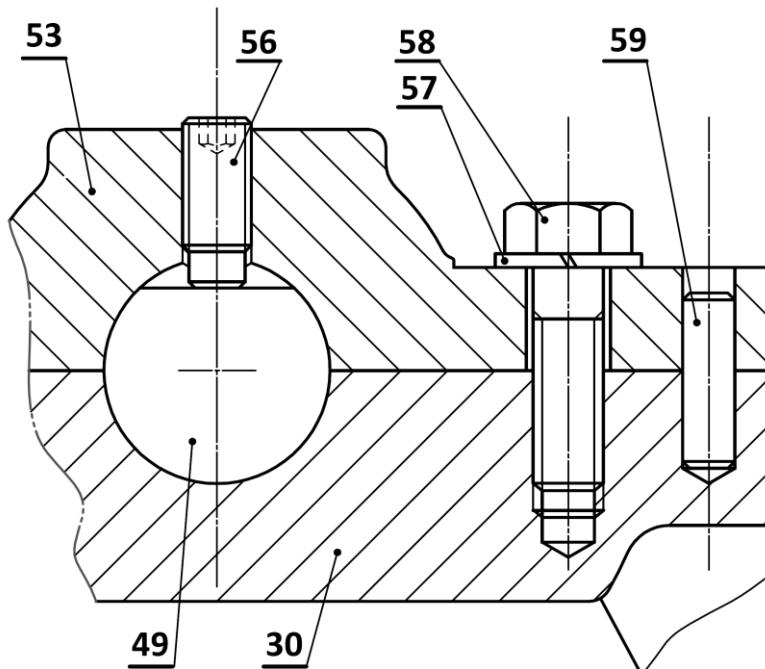
c. Compléter le programme en langage Ladder, relatif au module Zelio, de l'opération de soudure du film en plastique de l'étape 5 à l'étape 7 (c'est-à-dire de M5 à M7) : /1,5 pt



Tâche 1.3 : Représentation graphique de la liaison complète démontable de l'axe porte tambour d' entraînement 49 par rapport au support soudé 30.

Compléter, à l'échelle de représentation, sur le dessin ci-dessous :

- Le centrage de la crapaudine 53 par rapport au support soudé 30 à l'aide du centreur 59. /1 pt
- L'assemblage des pièces 53 et 30 par la rondelle Grower 57 et la vis de fixation 58. /2 pts
- Le maintien en position de l'axe porte tambour d' entraînement 49 par rapport au support soudé 30 à l'aide de la vis de pression 56. /1 pt



**Critères d'évaluation :**

- Centreur 59 au fond du trou : 1pt
- Rondelle : 0.5pt  
Jeu de passage de la vis 58 : 0.5pt  
Représentation filetage : 1pt
- Contact de 56 avec 49 : 1 pt

## Situation d'évaluation N° 2 :

Tâche 2.1 : Etude dynamique et énergétique.

Se référer aux données du DRES (page 17/20) :

- a. Écrire, selon la modélisation des actions mécaniques, l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique appliquée à l'ensemble {bouteilles à emballer + tapis 47} de masse « M » pendant son mouvement : /1 pt

$$\vec{P} + \vec{R_y} + \vec{F_t} + \vec{R_z} = M \cdot \vec{\gamma}$$

- b. Calculer, en projetant l'équation de l'équilibre dynamique sur l'axe  $\vec{y}$ , l'effort tangentiel  $F_t$  (en N) : /1 pt

$$F_t - R_y = M \cdot \gamma \Leftrightarrow F_t = R_y + M \cdot \gamma = M(\gamma + g \cdot f)$$

A.N :  $F_t = 50(1,8 + 10 \cdot 0,45) = 315 \text{ N}$

- c. Déterminer, en prenant  $F_t = 315 \text{ N}$  et selon le synoptique de la chaîne de transmission de puissance mécanique, la puissance utile  $P_u$  (en Watt) capable de déplacer les bouteilles à emballer suivant la direction de l'axe  $\vec{y}$  à la vitesse maximale  $V_{max}$  : /1 pt

$$P_u = F_t \times V_{max} = 315 \times 0,6 = 189 \text{ W}$$

- d. Calculer la vitesse de rotation  $\omega_{48}$  (en rad/s) du tambour d'entraînement 48, sachant que son diamètre  $d_{48} = 60 \text{ mm}$ , et déduire sa fréquence de rotation  $N_{48}$  (en tr/min) : /1 pt

$$\text{On a : } V_{max} = \omega_{48} \cdot \frac{d_{48}}{2} \Leftrightarrow \omega_{48} = \frac{2 \cdot V_{max}}{d_{48}} = \frac{2 \times 0,6}{60 \times 10^{-3}} = 20 \text{ rad/s}$$

$$\text{On a : } \omega_{48} = \frac{2\pi \times N_{48}}{60} \Leftrightarrow N_{48} = \frac{60 \cdot \omega_{48}}{2\pi} = \frac{60 \times 20}{2\pi} = 190,98 \text{ tr/min}$$

- e. Déterminer, en utilisant les données du synoptique de la chaîne de transmission mécanique, le rapport de transmission  $K = \frac{N_{48}}{N_{19}}$  et en déduire la fréquence de rotation  $N_{19}$  (en tr/min) de l'arbre moteur 19 sachant que  $N_{48} = N_{50}$  (prendre ici  $N_{48} = 191 \text{ tr/min}$ ) : /1 pt

$$k = \frac{N_{48}}{N_{19}} = \frac{Z_{33} \times Z_{32}}{Z_{23} \times Z_{36}} \times \frac{d_{34}}{N_{50}} = \frac{30 \times 24}{71 \times 74} \times 1 = 0,137$$

- f.  $N_{19} = \frac{N_{48}}{k} = \frac{191}{0,137} = 1394,16 \text{ tr/min}$

$P_u = 190 \text{ W}$ , la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) au moteur-tren à convoyer à entrée : /1 pt

$$\eta_g = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,85 \times 0,9 = 0,765$$

$$\eta_g = \frac{P_u}{P_m} \Leftrightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta_g} = \frac{190}{0,765} = 248,36 \text{ W} = 0,248 \text{ kW}$$

- g. Choisir, en se référant au DRES (page 17/20), le type du moteur-frein optimal qui convient : /1 pt

Type du moteur	Puissance $P_m$ (en kW)	fréquence de rotation (en tr/min)	Couple de freinage max (en N.m)
BM 71 A4	0,25	1400	5

0,25 pt par réponse

Tâche 2.2 : Etude du comportement du ressort frein 6.

Se référer aux DRES (pages 14/20, 15/20 et 17/20) :

- a. Calculer l'effort presseur  $F_p$  (en N) à appliquer par le ressort frein 6 sur le disque frein mobile 3 pour assurer le couple de freinage  $C_f$  qui va arrêter l'arbre moteur 19 : /1 pt

$$F_p = \frac{C_f}{n \cdot f \cdot R_{moy}} = \frac{5}{1 \times 0,37 \times 40 \cdot 10^{-3}} = 337,83 \text{ N}$$

- b. Le graphe ci-dessous représente l'effort  $F$  (en N) appliqué sur le ressort 6 en fonction de sa longueur  $L$  (en mm) pendant les phases de freinage et d'embrayage.

- b1. Phase de freinage (électro-aimant non excité) : Représenter le point A sur la droite du graphe ci-dessous, relatif à l'effort presseur  $F_p$  (prendre  $F_p = 340 \text{ N}$ ) et déduire la longueur  $L_F$  du ressort frein 6 correspondante : /0,5 pt

$$L_F = 12,8 \text{ mm}$$

- b2. Phase d'embrayage (électro-aimant excité) : Montrer, d'après le schéma ci-contre et les caractéristiques du ressort frein 6, que la longueur de ce dernier est  $L_B = 11,2 \text{ mm}$  : /0,5 pt

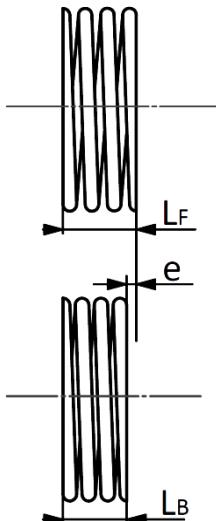
$$L_B = L_F - e$$

$$\text{A.N : } L_B = 12,8 - 1,6 = 11,2 \text{ mm}$$

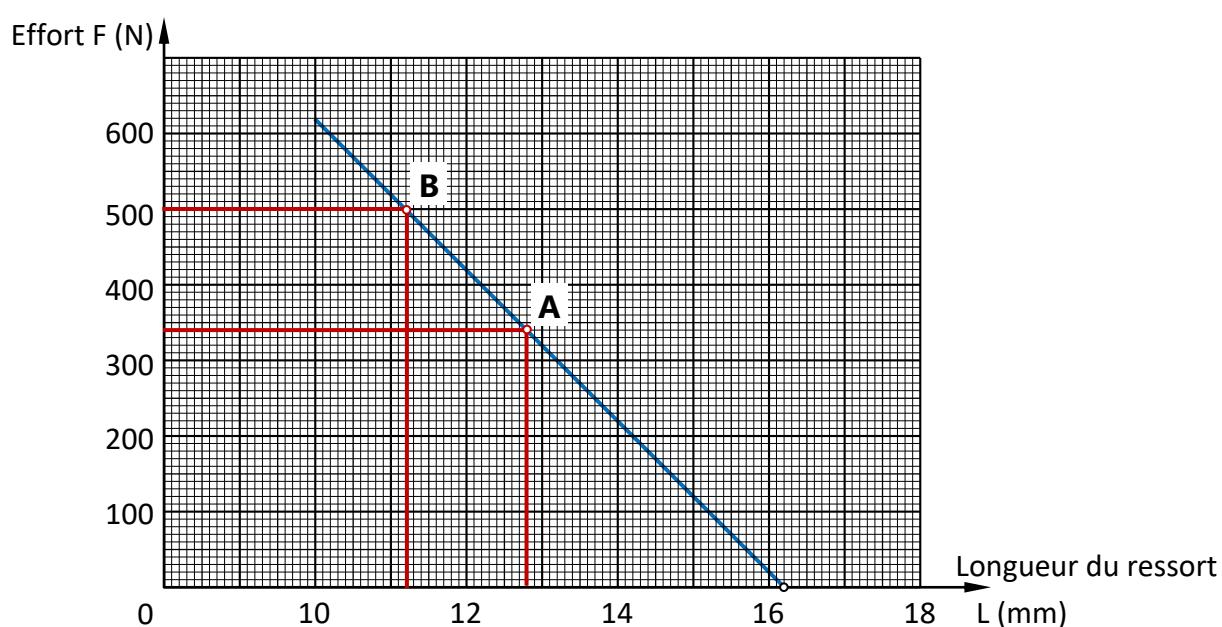
- b3. Représenter le point B, sur la droite du graphe ci-dessous, relatif à la longueur  $L_B = 11,2 \text{ mm}$  et déduire la valeur de l'effort  $F_B$  d'attraction de la bobine (phase d'embrayage) : /0,5 pt

$$F_B = 500 \text{ N}$$

Etat du ressort en phase de freinage



Etat du ressort en phase d'embrayage



- c. Choisir, à partir du DRES (page 18/20), la référence de l'électro-aimant 14 optimal capable de maintenir l'attraction du disque frein mobile 3 pour libérer l'arbre moteur 19 en rotation :/0,5 pt

**GT63B**

Tâche 2.3 : Etude de la flexion plane simple de l'axe porte tambour tendeur et choix de son matériau (se référer au DRES page 18/20).

A partir de la modélisation ci-contre :

- a. Ecrire les équations de l'effort tranchant  $T_y$ , du moment fléchissant  $M_{fz}(x)$  et calculer leurs valeurs le long de la poutre AD :

- Zone AB :  $0 \leq x \leq 30 \text{ mm}$  /1,5 pt

$$T_y = -[F] = -F = -300 \text{ N} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$M_{fz}(x) = -[-F \cdot x] = F \cdot x \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=0) = 0 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=30) = 300 \times 30 = 9 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$

- Zone BC :  $30 \text{ mm} \leq x \leq 370 \text{ mm}$  /1,5 pt

$$T_y = -[F - F] = 0 \text{ N} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$M_{fz}(x) = -[-F \cdot x + F \cdot (x - 30)] = 30 \cdot F \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=30) = 9 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=370) = 9 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$

- Zone CD :  $370 \text{ mm} \leq x \leq 400 \text{ mm}$  /1,5 pt

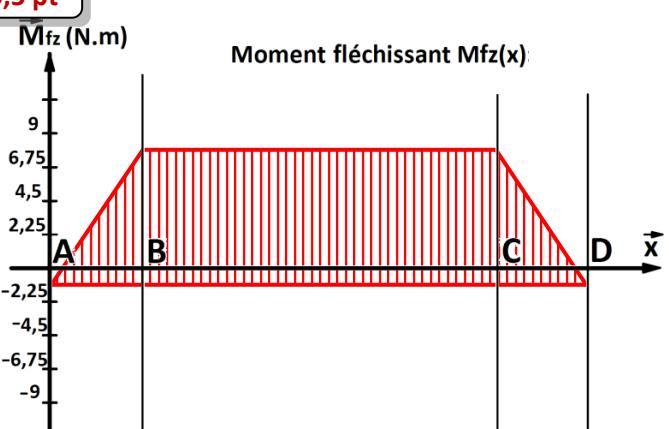
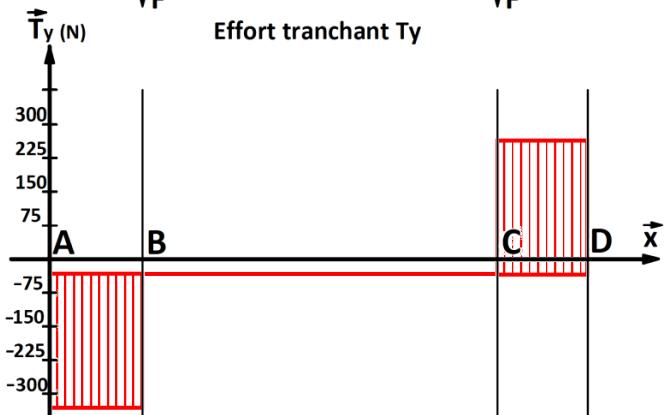
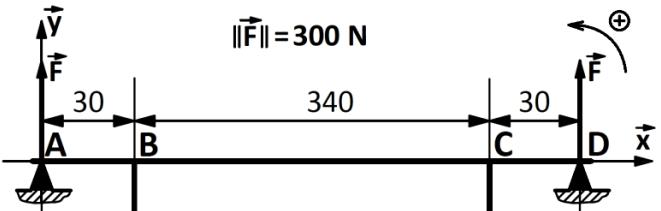
$$T_y = -[F - F - F] = F \text{ N} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$M_{fz}(x) = F \cdot x - F \cdot (x - 30) - F \cdot (x - 370)$$

$$= 400 \cdot F - F \cdot x \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=370) = 9 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$\{ M_{fz}(x=400) = 0 \text{ N.m} \quad 0,25 \text{ pt}$$



- b. Tracer sur les graphes ci-dessus les diagrammes de l'effort tranchant  $T_y$  et du moment fléchissant  $M_{fz}(x)$  le long de la poutre AD. 0,75 pt par diagramme /1,5 pt

- c. Quelle est la zone dangereuse le long de la poutre AD, justifier votre réponse : /0,5 pt

**La zone [BC] car c'est là où  $\|\vec{M}_{fz}\|$  est maximal.**

- d. Calculer, en prenant  $\|\vec{M}_{fz\ max}\| = 9 \text{ N.m}$  et en tenant compte des hypothèses du DRES (18/20), la contrainte normale maximale de flexion  $\sigma_{max}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) dans la section la plus sollicitée : /1 pt

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fz}}{I_{GZ}} \times \frac{d}{2} = \frac{32 \times M_{fz}}{\pi \times d^3} = \frac{32 \times 9 \times 10^3}{\pi \times 12^3} = 53,05 \text{ N/mm}^2$$

- e. Déterminer, à partir de la condition de résistance à la contrainte normale maximale de flexion, la limite élastique minimale  $R_{e\ min}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) que doit avoir le matériau de l'axe porte tambour tendeur. Le coefficient de sécurité adopté est  $s = 5$  : /0,5 pt

$$\sigma_{max} \leq \frac{R_e}{s} \Leftrightarrow R_e \geq s \times \sigma_{max} \text{ donc } R_{e\ min} = 5 \times 53,05 \Leftrightarrow R_{e\ min} = 265,25 \text{ N/mm}^2$$

- f. Choisir la nuance optimale du matériau qui convient pour cette construction DRES (page 18/20) : /0,5 pt

**C25 dont  $R_e = 285 \text{ N/mm}^2$**

## Situation d'évaluation N° 3 :

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition du pignon arbré 32.

En utilisant le DRES (page 18/20) :

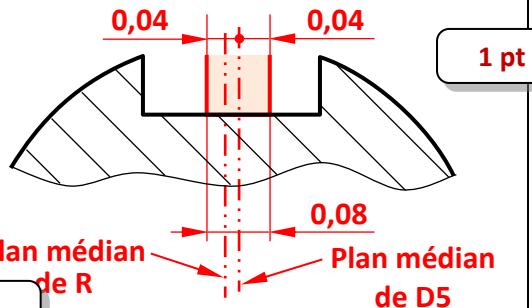
- a. Expliquer la désignation du matériau du pignon arbré 32 (36 Ni Cr Mo 16) : /2 pts

**Acier faiblement allié** 0,5 pt **contenant 0,36% de carbone,** 0,5 pt  
**4% de Nickel** 0,5 pt **et quelques traces de chrome et de molybdène.** 0,5 pt

- b. Compléter le tableau relatif à la spécification géométrique  $R \equiv 0,08 D5$  : /4 pts

- Nom de la spécification : **la symétrie** 0,5 pt
- Type de spécification : **de position** 0,5 pt
- Interprétation : **le plan médian de la rainure R doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,08 mm, disposés symétriquement par rapport au plan médian du cylindre D5.** 1 pt

Schéma explicatif :



- c. Compléter le tableau suivant relatif à la cote  $36 h9 (36^0_{-0,062})$  : /2 pts

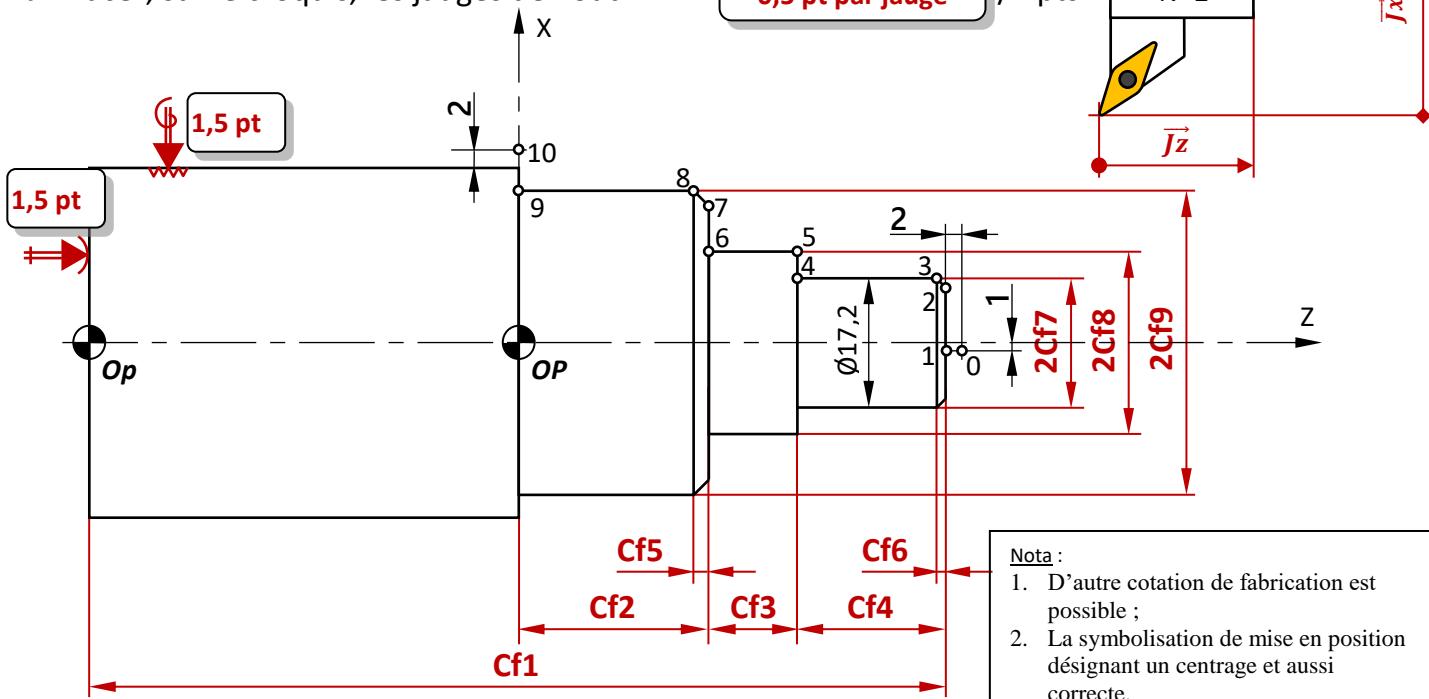
Intervalle de tolérance	Dimension minimale	Dimension maximale	Dimension moyenne
.....	.....	.....	.....

Tâche 3.2 : Etude partielle de la phase 10 (sans gorges)

- a. Placer, en utilisant les DRES (pages 18/20 et 19/20), sur le croquis ci-dessous :

- Les symboles technologiques de mise et maintien en position ; /3 pts
- Les cotes fabriquées non chiffrées ; 0,25 pt par Cf /2,25 pts

- b. Placer, sur le croquis, les jauge de l'outil N° 2 0,5 pt par jauge /2 pts



- c. Compléter, par les dimensions moyennes, le tableau des coordonnées des points programmés en mode absolu en se référant au dessin de définition DRES (page 18/20) et au croquis (page 11/20) :

0,25 pt par coordonnée

/2,5 pts

Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X(Ø)	-1	-1	<b>15,2</b>	<b>17,2</b>	<b>17,2</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	34,97	38,97	38,97	54
Z	64	62	<b>62</b>	<b>61</b>	39,5	39,5	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	0	0

- d. Compléter, en utilisant le tableau des codes ISO DRES (page 19/20), le programme ISO suivant :

On donne : Vc = 215 m/min ; N = 800 tr/min ; f = 0,1 mm/tr ; Gamme M41 /6,25 pts

%2019

0,25 pt par mot

N10 G40 G80 G90 M09 M05	(Bloc de sécurité)
N20 G00 G52 X0 Z0	(Bloc de sécurité)
N30 ... <b>M06....T02....D02</b> .....	(Appel d'Outil n° 2, Correcteur n° 2)
N30 ... <b>G92....S3000</b> .....	(Limitation de la fréquence de rotation à 3000 tr/min)
N40 ... <b>G97....S800....M04</b> ..... M41	(Fréquence de rotation en tr/min, sens trigonométrique)
N50 ... <b>G42....G96....S215....X.1....Z64</b> ..	(Point 0, Correction du rayon d'outil, vitesse de coupe en m/min)
N60 ... <b>G01....G95....F0,1....Z62....M08</b> .	(Point 1, Vitesse d'avance programmée en mm/tr, Arrosage n° 1)
...	
N140 <b>X38,97 Z0</b>	..... ..... (Point 9)
N150 <b>X54</b> .....	(Point 10)
N160 <b>G77....N10.....N20</b> .....	(Appel des blocs de sécurité)
N170 <b>M02</b> .....	(Fin programme)

Tâche 3.3 : Etude de l'usure de l'outil en carbures permettant de réaliser le profil usiné à la phase 10.

- a. Nommer le procédé d'élaboration des plaquettes amovibles en carbures métalliques et citer deux avantages de l'utilisation de ces plaquettes par rapport aux outils en acier rapide : /2 pts

**Ces plaquettes sont obtenues par frittage, leurs avantages sont :**

1 pt pour le procédé

- une très grande dureté ;**
- une plus grande durée de vie ;**
- une interchangeabilité rapide ;**
- utilisation de vitesses de coupes plus grandes...**

0,5 pt par avantage

- b. Citer les deux critères d'usure normalisés :

1 pt par critère

- Usure en cratère**
- Usure en dépouille**

- c. Détermination de la durée de vie de l'outil :

- c.1. Choisir, en utilisant DRES (page 19/20), le coefficient de Taylor « n » en fonction de la matière de l'outil et du procédé d'usinage : /1 pt

$$n = -4$$

c.2. Déterminer le coefficient de Taylor « Cv » sachant que pour une vitesse de coupe  $V_0=350$  m/min correspond une durée de vie de l'outil  $T_0=15$  min : /2 pts

.....  
.....  
.....

c.3. En déduire la durée de vie de l'outil  $T_1$  (en min) pour la vitesse de coupe recommandée  $V_1 = 250$  m/min : /2 pts

$$T_0 = C_v \cdot V_0^n \Rightarrow C_v = \frac{T_0}{V_0^n} \Rightarrow (\text{A.N.}) C_v = \frac{15}{350^{-4}} = 2,25 \times 10^{11}$$

$$T_1 = C_v \cdot V_1^n \Rightarrow (\text{A.N.}) T_1 = 2,25 \times 10^{11} \times 250^{-4} = 57,6 \text{ min}$$

Tâche 3.4 : Etude de la phase 60 du traitement thermique du pignon arbré 32.

a. Donner la signification de la caractéristique mécanique 51HRC : 0,5 pt par réponse /2 pts

51 : <b>Valeur</b> .....	H : <b>Dureté</b> .....	R : <b>Rockwell</b> .....	C : <b>cône de diamant</b> .....
--------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------------------------

b. Compléter le tableau suivant par les noms des constituants micrographiques du matériau hypoeutectoïde 36 Ni Cr Mo16 lors du chauffage : 1 pt par ligne /3 pts

Température (T°)	Constituants micrographiques
$T < Ac_1$	<b>Ferrite + Perlite</b>
$Ac_1 < T < Ac_3$	<b>Ferrite + Austénite</b>
$T > Ac_3$	<b>Austénite</b>

c. Préciser, d'après le diagramme TRC du 36 Ni Cr Mo16 DRES (page 20/20), le temps et la température de début de la transformation de l'austénite lors du refroidissement /2 pts

1 pt par réponse

**Temps (en min) = 3000 s = 50 min**

**Température (en °C) = 360°C**

d. Mettre une croix dans les cases correspondant aux deux constituants micrographiques obtenus, d'après le diagramme TRC du 36 Ni Cr Mo16 DRES (page 20/20), après une austénitisation de 30 min à 850° suivie d'un refroidissement continu conduisant à la caractéristique 51HRC : / 2 pts

1 pt par case

ferrite	.....
Bainite	X
Martensite	X
Perlite	.....

Nota :

Toute réponse de plus de deux croix est considérée