

الصفحة 1 11 ***	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة الاسترجاعية 2022 - عناصر الإجابة -		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
	TTTTTTTTTTTTTTTTTT-TT	RR 45	
4h	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك

ELEMENTS DE REponses

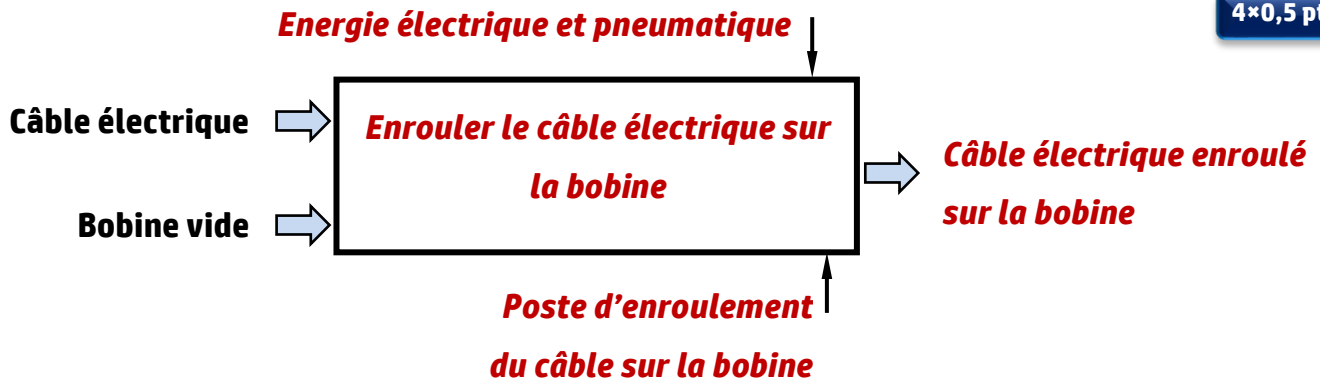
الصفحة	2	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

DOCUMENTS REPONSES (DREP)

Situation d'évaluation n°1 :

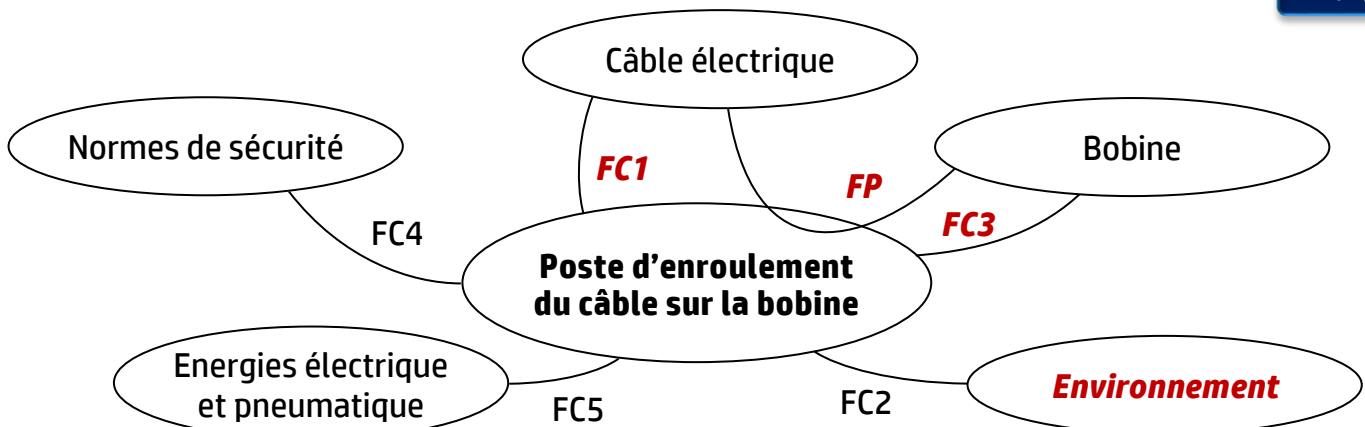
Tâche 11 : Analyse fonctionnelle du poste d'enroulement du câble électrique sur la bobine.

a. Compléter l'actigramme suivant en se référant à la présentation du support (page 2/18) : /2 pts



b. Compléter le diagramme des interactions et la liste des fonctions de services ci-dessous : /3 pts

Diagramme des interactions :



Fonctions de service :

FP : Enrouler le câble électrique sur la bobine ;

FC3 : Assurer le chargement/déchargement de la bobine ;

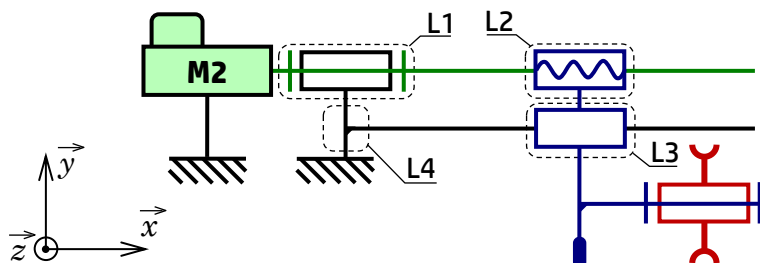
FC1 : S'adapter à la tension et à la vitesse de défilement du câble électrique ;

FC4 : **Respecter les normes de sécurité.**

FC2 : Respecter l'environnement ;

FC5 : **Etre alimenté en énergie électrique et pneumatique.**

c. Compléter le tableau de la page 7/11 en se référant au schéma cinématique du mécanisme de répartition du câble sur la bobine suivant : /3 pts



الصفحة	3	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

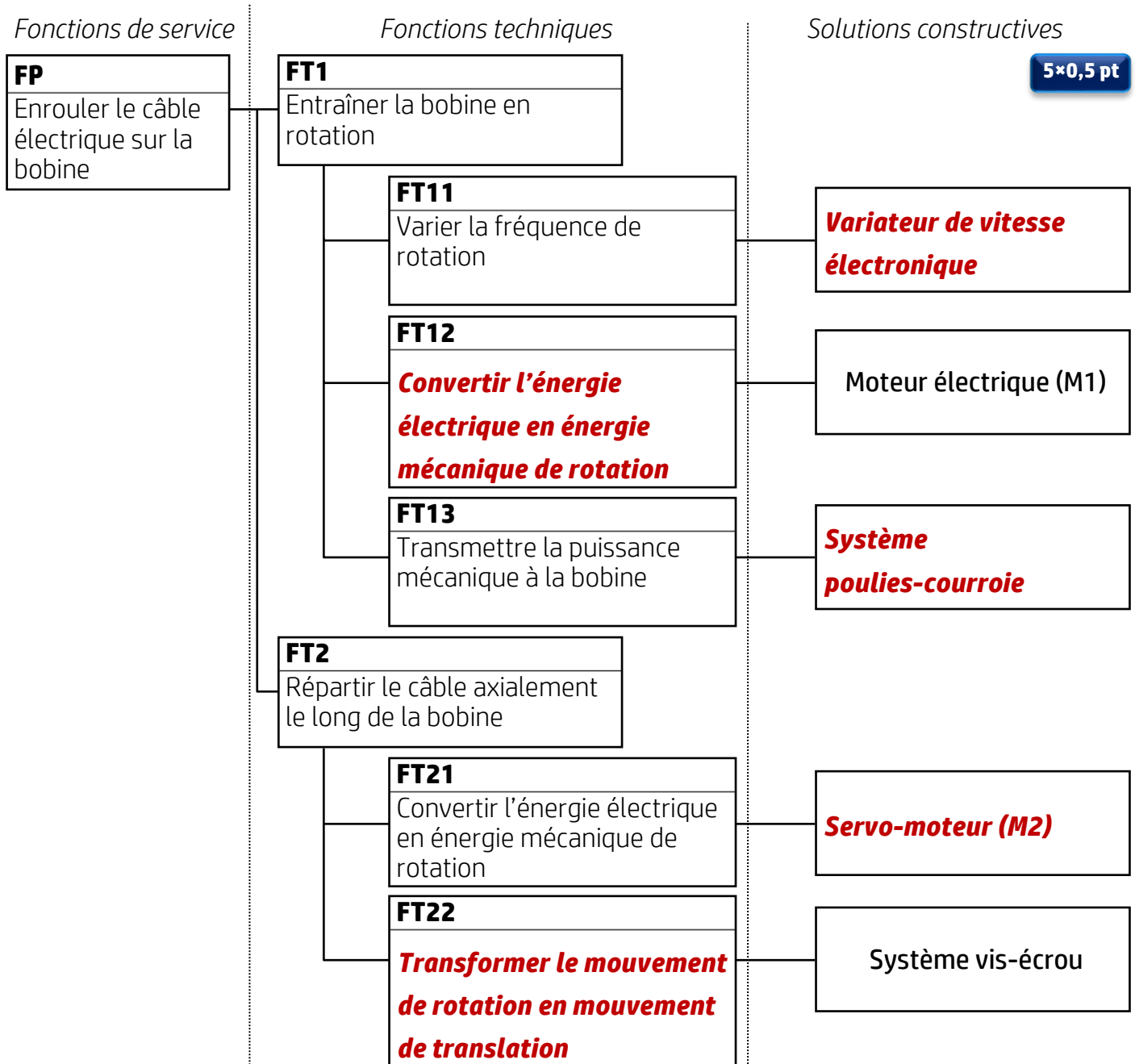
Repère de la liaison	Nom de la liaison	Degré(s) de liberté	Cocher les cases convenables						
			Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	Conjugués
L1	Pivot	1				×			
L2	Hélicoïdale	1	×			×			×
L3	Glissière	1	×						
L4	Encastrement	0							

4×0,25 pt

4×0,25 pt

4×0,25 pt

d. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction FP (voir la représentation schématique des trois mécanismes page 3/18) : /2,5 pts



الصفحة	4	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

Tâche 12 : Asservissement de la vitesse de rotation de la bobine.

a. Quel est le rôle du capteur suiveur du diamètre d'enroulement ?

/0,5 pt

Acquérir la valeur du diamètre d'enroulement à chaque instant.

b. Quel est l'élément qui permet de comparer la consigne de vitesse U_c et l'image U_r de la vitesse réelle N_{M1} du moteur asynchrone triphasé $M1$?

/0,5 pt

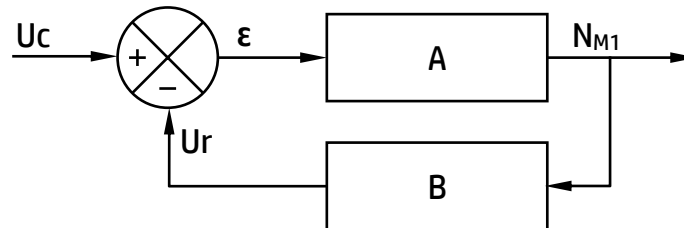
Le comparateur.

c. Exprimer l'écart ε .

/0,5 pt

$$\varepsilon = U_c - U_r$$

d. Pour calculer les fonctions de transfert en boucle ouverte **FTBO** et en boucle fermée **FTBF**, utilisez le schéma de la figure suivante :



d1. Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte **FTBO**.

/0,5 pt

$$FTBO: H(p) = A \cdot B$$

d2. Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée **FTBF** = D_i/U_c .

/0,5 pt

$$FTBF = \frac{D_i}{U_c} ; H(p) = \frac{A}{1 + A \cdot B}$$

Tâche 13 : Montage partiel de la poulie guide-câble 31 sur l'arbre 34.

a. Compléter le dessin du trou taraudé et de la vis de fixation CHc M6×16 (tige complètement filetée).

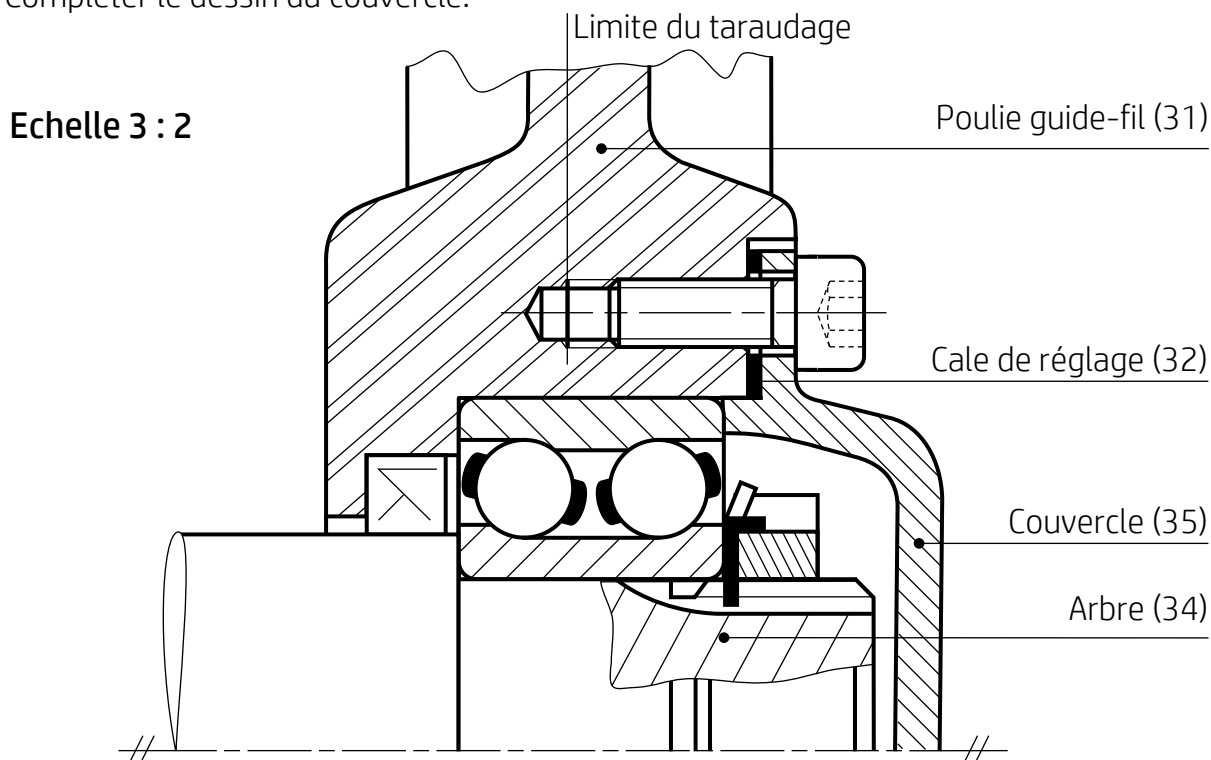
/2 pts

b. Mettre en place la cale de réglage d'une épaisseur d'environ 1.

/0,5 pt

c. Compléter le dessin du couvercle.

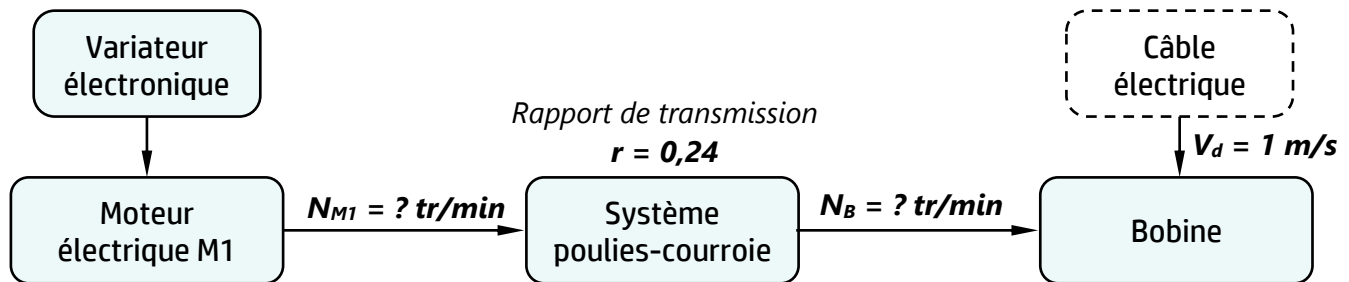
/1 pt



الصفحة	5	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس - شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

Situation d'évaluation n°2 :

Tâche 21 : Comportement cinématique du mécanisme d'entraînement de la bobine.



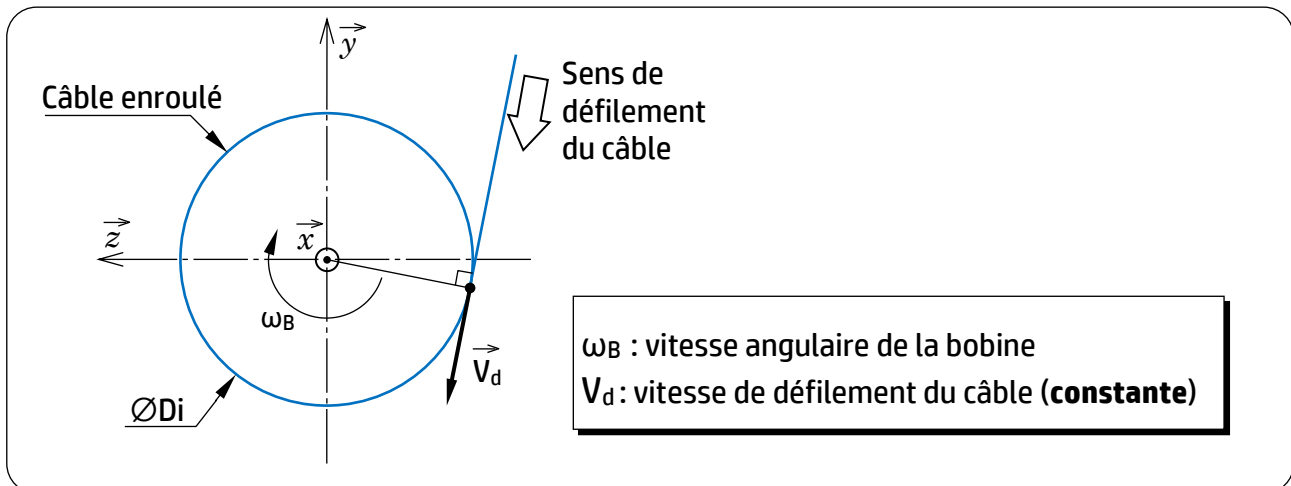
- a. Calculer, d'après la modélisation ci-dessous, la vitesse angulaire ω_B (rad/s) de la bobine à un instant donné et en déduire sa fréquence de rotation N_B (tr/min).

On donne : Diamètre instantané d'enroulement $D_i = 397,88$ mm.

/1,5 pt

$$V_d = \omega_B \cdot \frac{D_i}{2} \Rightarrow \omega_B = \frac{2 \cdot V_d}{D_i} ; A.N.: \omega_B = \frac{2 \times 1 \times 10^3}{397,88} = 5,026 \text{ rad/s} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,25 pt}$$

$$\omega_B = \frac{\pi \cdot N_B}{30} \Rightarrow N_B = \frac{30 \cdot \omega_B}{\pi} ; A.N.: N_B = \frac{30 \times 5,026}{3,14} = 48 \text{ tr/min} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,25 pt}$$



- b. Déterminer la fréquence de rotation N_{M1} (tr/min) du moteur **M1** :

Formule 1 pt ; A.N. 0,5 pt

/1 pt

$$r = \frac{N_B}{N_{M1}} \Rightarrow N_{M1} = \frac{N_B}{r} ; A.N.: N_{M1} = \frac{48}{0,24} = 200 \text{ tr/min}$$

- c. Conclure à propos de la variation de la fréquence de rotation N_{M1} du moteur **M1** lorsque le diamètre d'enroulement D_i augmente (de D_0 à D_f) au fur et à mesure que le câble s'enroule sur la bobine (DRES page 15/18) sachant qu'on peut exprimer la fréquence de rotation comme suit :

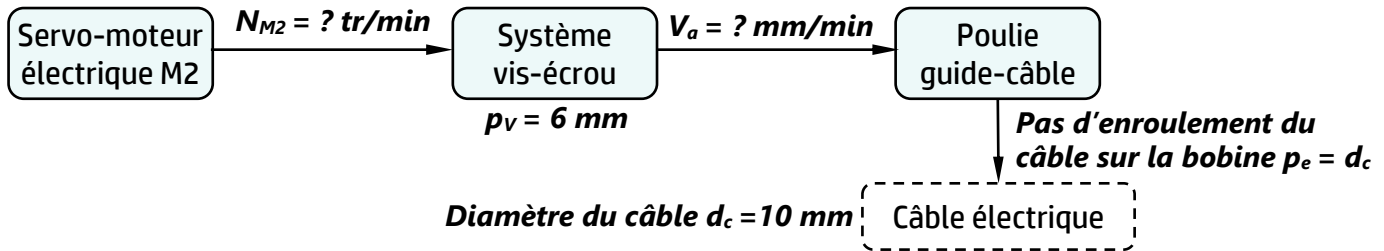
$$N_{M1} = \frac{k}{D_i} \text{ avec } k \text{ constante.}$$

/1 pt

k est une constante, lorsque D_i augmente N_{M1} diminue.

الصفحة	6	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس - شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

Tâche 22 : Comportement cinématique du mécanisme de répartition du câble sur la bobine.



- a. Montrer que la vitesse de déplacement axial alternatif de la poulie guide-câble le long de la bobine est $V_a = 480 \text{ mm/min}$ sachant que cette poulie se déplace d'un pas p_e pour un tour de la bobine. Prendre $N_B = 48 \text{ tr/min}$. /1,5 pt

$$V_a = p_e \cdot N_B ; \text{A.N.: } V_a = 10 \times 48 = 480 \text{ mm/min}$$

- b. Calculer la fréquence de rotation N_{M2} (tr/min) du Servo-moteur M2. Rappelons que $p_v = 6 \text{ mm}$. /1,5 pt

$$V_a = p_v \cdot N_{M2} \Rightarrow N_{M2} = \frac{V_a}{p_v} ; \text{A.N.: } N_{M2} = \frac{480}{6} = 80 \text{ tr/min}$$

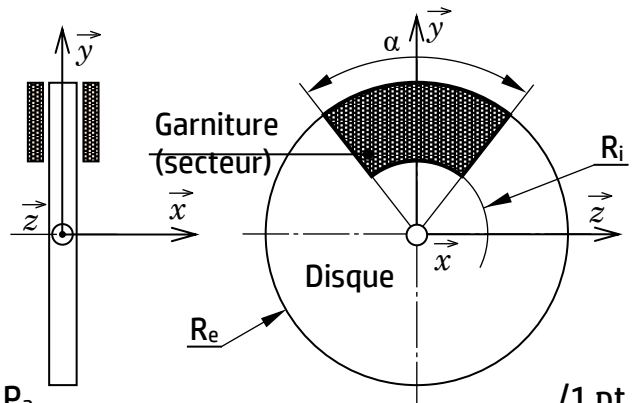
- c. Montrer que la relation entre la fréquence de rotation N_{M2} du moteur M2 et la fréquence de rotation N_{M1} du moteur M1 (calculée en question b page 8/18) est $N_{M2} = r \frac{p_e}{p_v} N_{M1}$ /2 pts

$$V_a = p_v \cdot N_{M2} = p_e \cdot N_B \Rightarrow N_{M2} = \frac{p_e}{p_v} N_B \quad (1) \quad \text{or} \quad r = \frac{N_B}{N_{M1}} \Rightarrow N_B = r \cdot N_{M1} \quad (2)$$

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow N_{M2} = r \frac{p_e}{p_v} N_{M1}$$

Tâche 23 : Validation du couple de freinage.

Données vérin	Pression d'alimentation du vérin $P_a = 5 \text{ bar} = 0,5 \text{ N/mm}^2$
	Diamètre du piston $d_p = 90 \text{ mm}$
Données freinage	Nombre de contacts $n = 2$
	Coefficient de frottement $f = 0,45$
	Rayon extérieur $R_e = 125 \text{ mm}$ Rayon intérieur $R_i = 75 \text{ mm}$



- a. Calculer l'effort presseur F_p engendré par la pression P_a . /1 pt

$$F_p = P_a \cdot \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} ; \text{A.N.: } F_p = 0,5 \times \frac{\pi \cdot 90^2}{4} = 3180,86 \text{ N}$$

- b. Pour simplifier le calcul du couple de freinage, on procède en deux étapes :

- b1. Calculer le couple de freinage C_f (N·m) pour une couronne de garniture (cas où $\alpha = 360^\circ$). /1,5 pt

$$(1) C_f = n \cdot f \cdot F_p \cdot \frac{R_e + R_i}{2} ; \text{A.N.: } C_f = 2 \times 0,45 \times 3180,86 \times \frac{125 + 75}{2} \times 10^{-3} = 286,27 \text{ N} \cdot \text{m}$$

OU BIEN

$$(2) C_f = \frac{2}{3} \cdot n \cdot f \cdot F_p \cdot \frac{R_e^3 - R_i^3}{R_e^2 - R_i^2} \Rightarrow C_f = \frac{2}{3} \cdot 2 \times 0,45 \times 3180,86 \times \frac{1531250}{10000} \times 10^{-3} = 292,24 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- b2. Calculer le couple de freinage C_{fs} (N·m) pour un secteur (cas étudié, figure ci-dessus) d'angle au sommet $\alpha = 60^\circ$ sachant que $C_{fs} = C_f \frac{\alpha}{360}$. /1 pt

$$C_{fs} = C_f \frac{\alpha}{360} ; \text{A.N.: } (1) C_{fs} = 47,7 \text{ N} \cdot \text{m} \quad \text{OU BIEN} \quad (2) C_{fs} = 48,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

الصفحة	7	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

c. Comparer C_{fs} avec les exigences du cahier des charges fonctionnel et conclure. /1 pt

C_{fs} est compris entre 40 N·m et 50 N·m donc il est conforme aux exigences du CdCF.

Tâche 24 : Comportement mécanique du support de la bobine (voir modélisation ci-dessous).

a. Déterminer la réaction R_C au point C : /1,5 pt

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R}_C + \vec{B} + \vec{A} = \vec{0}; \text{Proj}/Oy: R_C - B - A = 0 \Rightarrow R_C = B + A$$

$$\text{A.N.: } R_C = 1000 + 1000 = 2000 \text{ N}$$

b. Déterminer le moment d'encastrement \mathcal{M}_C au point C : /1,5 pt

$$\sum \vec{M}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{M}_{/C} \vec{R}_C + \vec{M}_{/C} \vec{B} + \vec{M}_{/C} \vec{A} + \vec{M}_C = \vec{0}; \text{Proj}/Oz: b \cdot B + (a + b) \cdot A + \mathcal{M}_C = 0$$

$$\mathcal{M}_C = -b \cdot (-B) - (a + b) \cdot (-A); \text{A.N.: } \mathcal{M}_C = 0,2 \times 1000 + 0,7 \times 1000 = 900 \text{ N} \cdot \text{m}$$

c. Ecrire les expressions de l'effort tranchant T_y le long de la poutre AC : /1,5 pt

Pour la suite des calculs, prendre : $R_C = 2000 \text{ N}$ et $\mathcal{M}_C = 900 \text{ N} \cdot \text{m}$

Zone AB : $T_y = -(-A) = A$ A.N. : T_y (AB) = **1000 N**

Zone BC : $T_y = -(-A - B) = A + B$ A.N. : T_y (BC) = **2000 N**

d. Exprimer et calculer le moment fléchissant \mathcal{M}_{fz} le long de la poutre AC : /1,75 pt

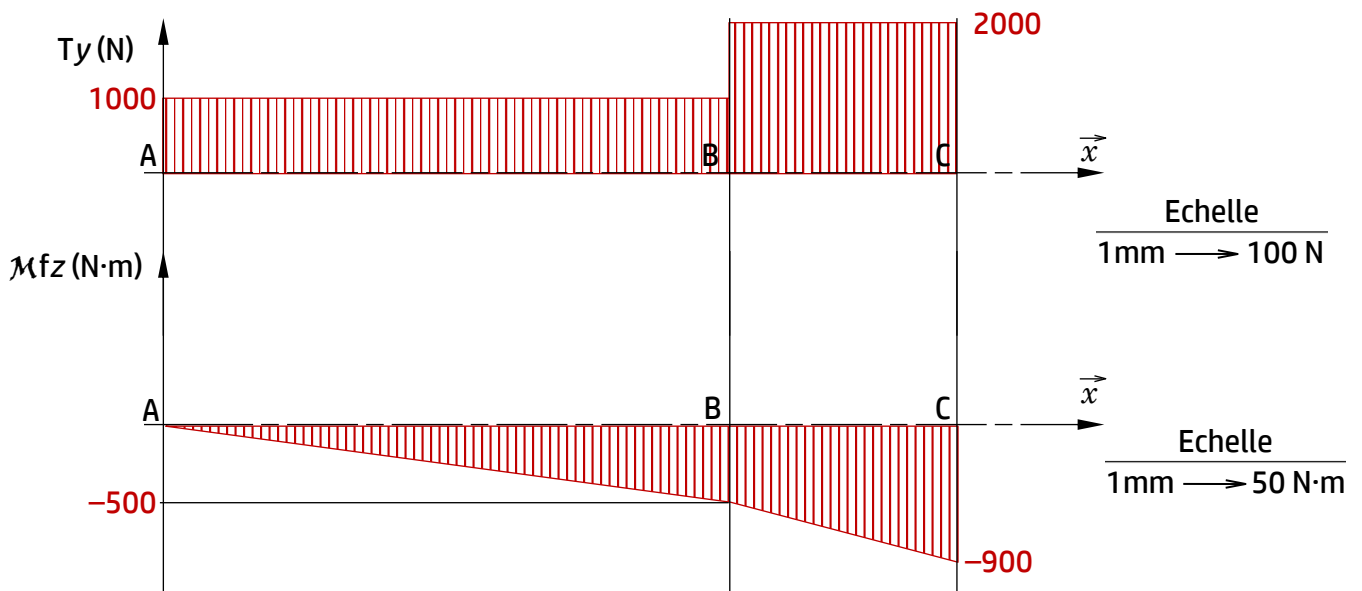
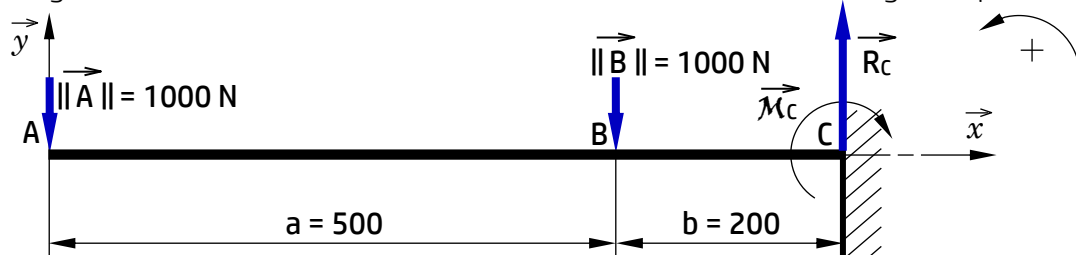
Zone AB : $\mathcal{M}_{fz} = -(A \cdot x) = -1000 \cdot x$ A.N. : \mathcal{M}_{fz} (A) = **0 N**

A.N. : \mathcal{M}_{fz} (B) = **-500 N·m**

Zone BC : $\mathcal{M}_{fz} = -(A \cdot x + B \cdot (x - a))$ A.N. : \mathcal{M}_{fz} (B) = **-500 N·m**

$= -(A + B) \cdot x + a \cdot B = -2000 \cdot x + 500$ A.N. : \mathcal{M}_{fz} (C) = **-900 N·m**

e. Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant le long de la poutre AC. /2 pts



الصفحة	8	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

f. Déduire la section dangereuse (la plus sollicitée) de la poutre.

/0,5 pt

La section dangereuse se situe au point C.

g. Vérifier la condition de résistance et conclure.

/1,25 pt

On donne : Résistance à la limite d'élasticité $R_e = 275 \text{ N/mm}^2$;

Coefficient de sécurité $s = 3$;

Module de flexion $I_{Gz}/v = 10,5 \times 10^3 \text{ mm}^3$.

$$\sigma_{max} = \frac{Mfz}{\frac{I_{Gz}}{v}} \leq \frac{R_e}{s} ; A. N. : \frac{900 \times 10^3}{10,5 \times 10^3} \leq \frac{275}{3} \Rightarrow 85,71 \leq 91,66$$

La condition de résistance est satisfaite

Situation d'évaluation n°3 :

Tâche 31 : Lecture du dessin de définition et interprétation des spécifications incluses.

a. Expliquer la désignation du matériau de la poulie guide-câble (Al Cu 4 Mg Si).

/1,5 pt

0,5 pt

0,5 pt

0,25 pt

0,25 pt

Alliage d'aluminium contenant 4% de cuivre et des traces de magnésium et de silicium.

b. Compléter le tableau suivant en :

/3 pts

- indiquant le nom du procédé d'obtention du brut de la poulie guide-câble ;
- cochant les caractéristiques convenables de la **matière d'œuvre entrante**.

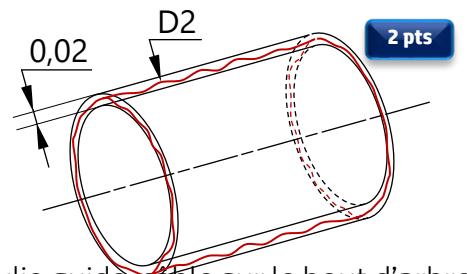
4x0,75 pt

Nom du procédé	Caractéristiques de la matière d'œuvre entrante		
	Etat	Forme	Technique de mise en forme
Matricage	<input checked="" type="checkbox"/> Solide	<input type="checkbox"/> Fluide	<input type="checkbox"/> Compactage
	<input type="checkbox"/> Liquide	<input type="checkbox"/> Flan	<input checked="" type="checkbox"/> Formage
	<input type="checkbox"/> Poudre	<input checked="" type="checkbox"/> Lopin	<input type="checkbox"/> Fusion

c. Interpréter la spécification géométrique $D2 \text{ } \varnothing \text{ } 0,02$ et faire un schéma explicatif.

/4 pts

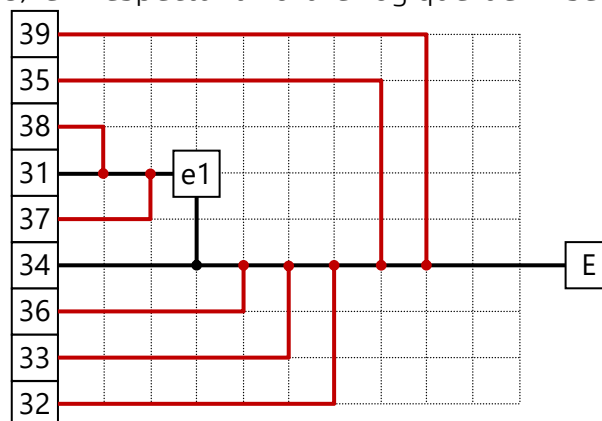
Il s'agit d'une spécification de cylindricité : Le cylindre D2 doit être compris entre deux cylindres coaxiaux dont les rayons diffèrent d'une valeur de 0,02 mm.



2 pts

d. Compléter le graphe de montage visant la mise en place de la poulie guide-câble sur le bout d'arbre 34 (voir DRES page 16/18) en respectant l'ordre logique de mise en place des composants.

/3,5 pts



7x0,5 pt

الصفحة	9	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس - شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

Tâche 32 : Validation du choix de la machine et étude de la mise et le maintien en position isostatique.

L'ébauche de la phase 10 se fera selon les conditions suivantes : $V_c = 100 \text{ m/min}$; $a = 2 \text{ mm}$; $f = 0,1 \text{ mm/tr}$. En se référant au dessin de définition de la poulie guide-câble et à l'avant-projet d'étude de fabrication (DRES pages 17/18 et 18/18), répondre aux questions suivantes :

a. Calculer l'effort de coupe F_c (N) et en déduire la puissance de coupe correspondante P_c (kW). /2 pts

$$F_c = K_c \cdot a \cdot f \quad ; \quad \text{A.N. } F_c = 1800 \times 2 \times 0,1 = 360 \text{ N} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,5 pt}$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} \quad ; \quad \text{A.N. } P_c = \frac{360 \times 100 \times 10^{-3}}{60} = 0,6 \text{ kW} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,5 pt}$$

b. Comparer la puissance de coupe avec la puissance $P_{c_{\max}}$ fournie par le moteur de la machine et conclure s'il est capable d'effectuer cet usinage. On donne :

Puissance du moteur de la machine $P_M = 3 \text{ kW}$; Rendement de la machine $\eta = 0,82$. /1,5 pt

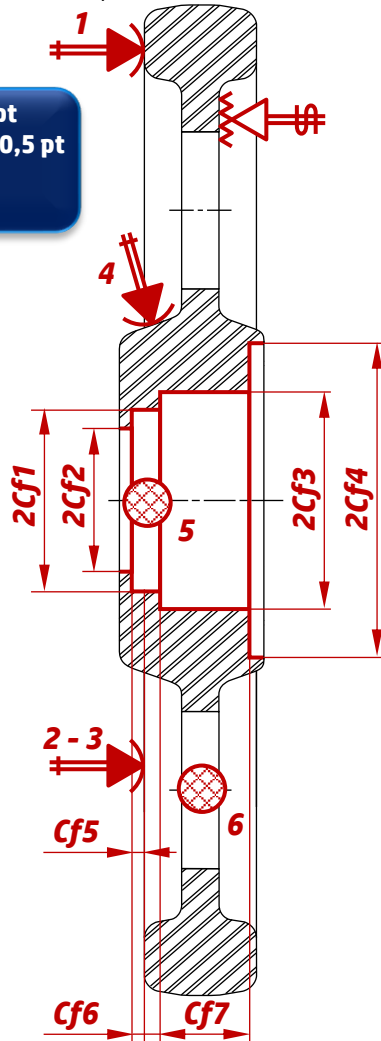
$$\eta = \frac{P_{c_{\max}}}{P_M} \Rightarrow P_{c_{\max}} = \eta \cdot P_M \quad ; \quad \text{A.N. } P_{c_{\max}} = 0,82 \times 3 = 2,46 \text{ kW} > 0,6 \text{ kW}$$

Le moteur de la machine est capable d'effectuer cet usinage.

c. Placer sur le croquis de la phase 10 de la poulie guide-câble (ci-dessous) : /6 pts

- Les surfaces usinées en trait fort. 0,5 pt
- Les symboles de mise et de maintien en position isostatique de 2^{ème} norme (technologiques) sachant qu'on prévoit d'appliquer un serrage sur le brut B2 à l'aide de trois brides à contact strié. 7*0,5 pt
- Les cotes fabriquées non chiffrées (se limiter aux spécifications dimensionnelles).

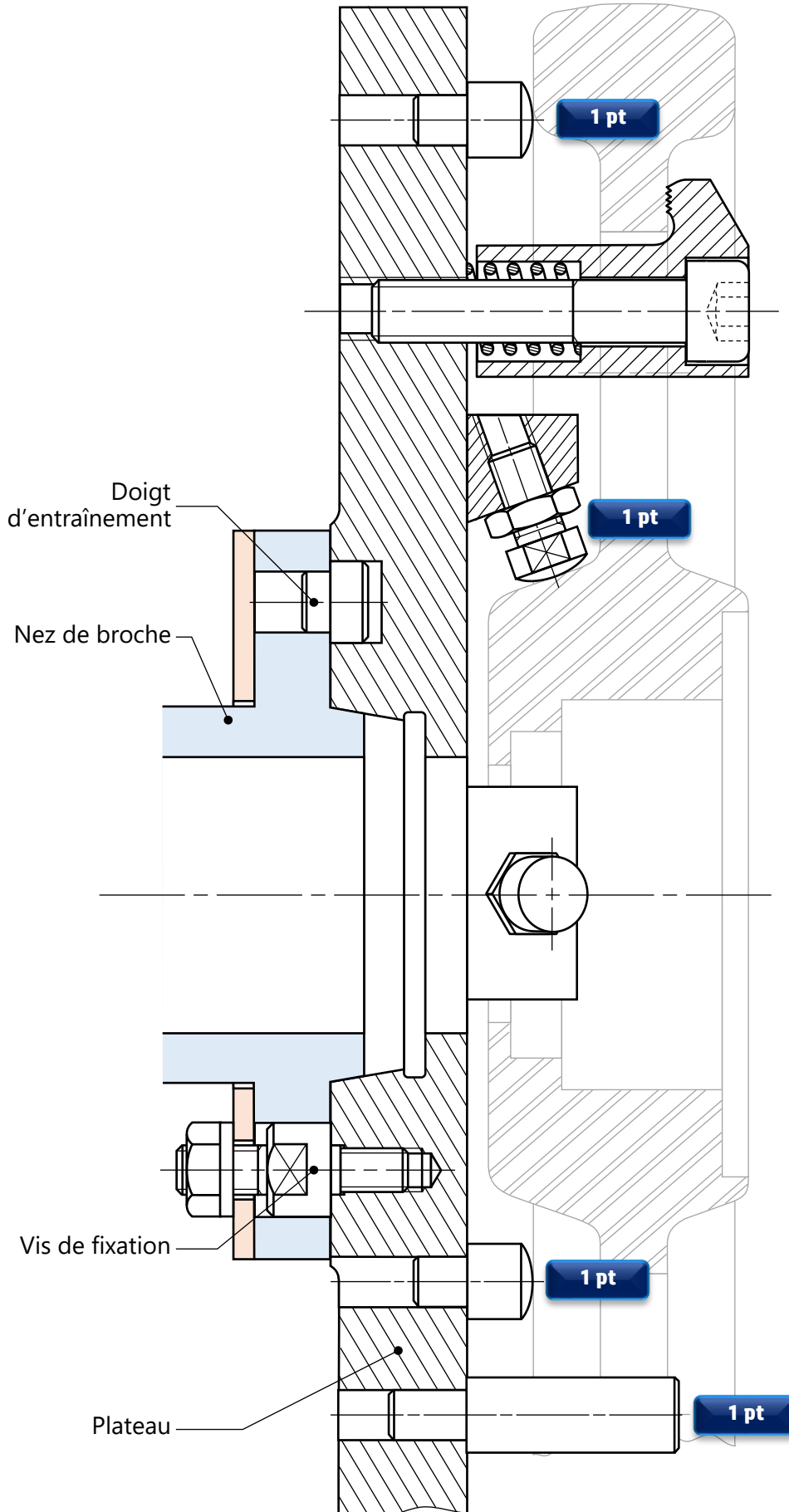
Appui plan : 0,5 pt
Centrage court : 0,5 pt
Butée : 0,5 pt
Serrage : 0,5 pt



d. Cocher le nom de l'outil utilisé pour usiner les surfaces indiquées en ébauche : /1 pt

- ☐ Outil à aléser
- ☒ Outil à aléser et dresser
- ☐ Outil à dresser d'angle

- e. Compléter le montage d'usinage du guide-câble relatif à la phase 10 par les éléments de mise en position isostatique (DRES page 18/18). /4 pts



الصفحة	11	RR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
11			

Tâche 33 : Vérification de la possibilité de fabriquer le premier lot avec les plaquettes disponibles.

Données : Vitesse d'avance $V_f = 51 \text{ mm/min}$; Vitesse de coupe $V_c = 100 \text{ m/min}$.

Coefficients de Taylor : $C_v = 4,78 \times 10^6$, $n = -2,8$; Nombre de pièces du premier lot : 200

- a. Calculer la durée de vie de l'outil T (en min) pour la vitesse de coupe retenue et vérifier que la longueur usinée par une arête de l'outil pendant sa durée de vie est $L_u = 616,8 \text{ mm}$. /2 pts

$$T = C_v \cdot V_c^n ; \text{ A.N. } T = 4,78 \times 10^6 \times 100^{-2,8} = 12 \text{ min} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,5 pt}$$

$$V_f = \frac{L_u}{T} \Rightarrow L_u = V_f \cdot T ; \text{ A.N. } L_u = 51 \times 12 = 612 \text{ mm} \quad \text{Formule 0,5 pt ; A.N. 0,5 pt}$$

- b. Sachant que la course de l'outil pour usiner une pièce est $L_c = 41,5 \text{ mm}$, calculer le nombre n_a (entier naturel) de pièces fabriquées par une arête de l'outil pendant sa durée de vie et en déduire le nombre d'arêtes d'une plaquette (2 arêtes). /1,5 pt

$$n_a = \frac{L_u}{L_c} ; \text{ A.N. } n_a = \frac{612}{41,5} = 14 \text{ pièces} \Rightarrow n_p = 2 \times n_a = 2 \times 14 = 28 \text{ pièces}$$

- c. Vérifier que 10 plaquettes sont suffisantes pour fabriquer le premier lot de poulies guide-câble. /2 pts

10 plaquettes permettent d'usiner $10 \times 14 \times 2 = 280$ pièces > 200 pièces donc elles sont suffisantes pour fabriquer le premier lot.

Tâche 34 : Préparation de la fabrication de la poulie guide-câble sur un tour à commande numérique.

- a. Compléter le tableau des coordonnées des points programmés du profil usiné (points 1 à 6) en mode absolu en se référant au dessin de définition (DRES page 17/18) et au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil (DRES page 18/18) : 8×0,25 pt /2 pts

Repère	1	2	3	4	5	6	7
X (Ø)	90	90	61,5	61,5	63,5	47,5	47,5
Z	31,5	25,5	25,5	0	-1	0	31,5

- b. Compléter le programme ISO partiel relatif à la dernière passe de la phase 10 en se référant au tableau des coordonnées des points programmés du profil usiné (ci-dessus), au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil et au tableau des codes ISO (DRES page 18/18).

On donne : $V_c = 100 \text{ m/min}$; $N = 350 \text{ tr/min}$; $f = 0,1 \text{ mm/tr}$.

26×0,25 pt /6,5 pts

N10 G40 G00 G90 G80 M05 M09 (1er bloc d'initialisation)

N20 G52 X0 Z0 (2eme bloc d'initialisation)

N30 **M06... T02... D02...** (Chargement Outil en carbures métalliques N° 2)

N40 **G97... S350 M08...** M03 M42 (Fréquence de rotation sens horaire en tr/min, arrosage)

N50 **G41... G96... S100 X90... Z31,5** (Point 1, correction rayon d'outil, Vitesse de coupe m/min)

N60 **G01... G95... F0,1... Z25,5** (Point 2, Vitesse d'avance programmée en mm/tr)

N70 **X61,5** (Point 3)

N80 **Z0**..... (Point 4)

N90 **X63,5 Z-1**..... (Point 5)

N100 **X61,5 Z0**..... (Retour au point 4)

N110 **X47,5** (Point 6)

N120 **Z31,5** (Point 7)

N180 G77 **N10... N20...** (Appel blocs d'initialisation)

N190 **M02**... (Fin programme)