

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا		الجمهورية المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات	
1	الدورة العادية 2021		F.A. J. A. H. I. N. V. O. R. G. + C. A. L. I. M. O. + I. S. O. C. I. E. T. E. J. A. S. I. C. O. A. S. O. C. I. E. T. E. J. A. S. I. C. O. A. S. O. C. I. E. T. E. J. A. S. I. C. O.	
9	- عناصر الإجابة -		المركز الوطني للتقويم والامتحانات	
***	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT	NR 45		
4h	مدة الإنجاز	علوم المهندس		المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية		الشعبة أو المسلك

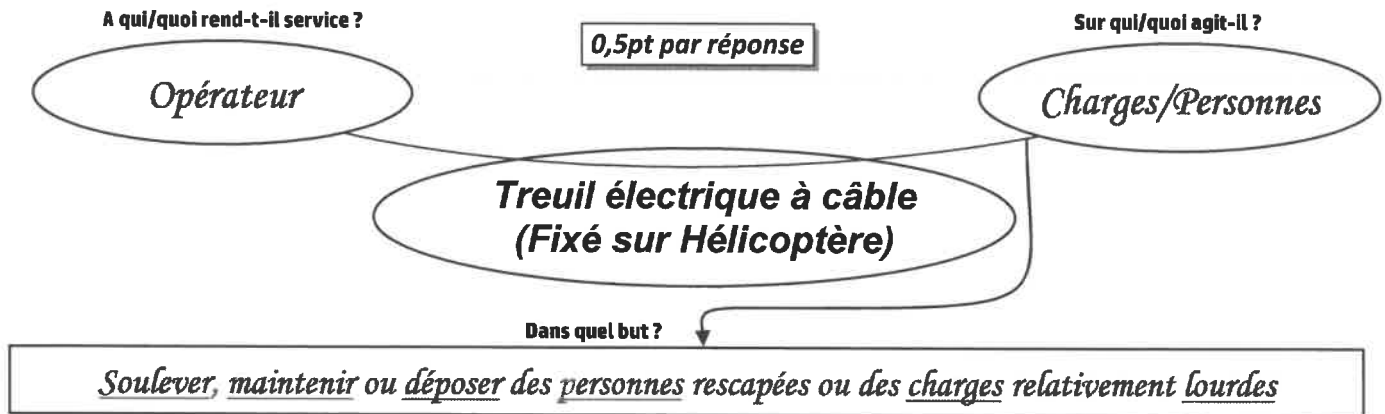
ELEMENTS DE REponses

Documents réponses : DREP

Situation d'évaluation n°1 :

Tâche 11 :

a- Compléter, en se basant sur la présentation du support étudié (*pages 2/17 et 3/17*), le diagramme « **bête à cornes** » énonçant le besoin du produit support étudié : /1,5pt



b- Compléter, en se référant aux (*DRES 13/17 et 14/17*), le tableau ci-dessous : /2,5pts

Nom du sous système	Les constituants	Fonction globale du sous système
Moteur électrique du treuil	Rotor et Stator	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation
Frein électromagnétique	3 - 4 - 5 - 6 - 7	Arrêter le mouvement de la charge à déplacer en cas du besoin
Train d'engrenages	(47-48) ; (44-45) ; (37-38)	Transmettre et adapter la puissance mécanique de rotation
Limiteur de couple	16-18-19-21-22-36-37	Sécuriser la transmission de la puissance mécanique

c- Donner, à partir des hachures des pièces, le type du matériau. voir (*DRES Page 13/17*) : /1,5pt

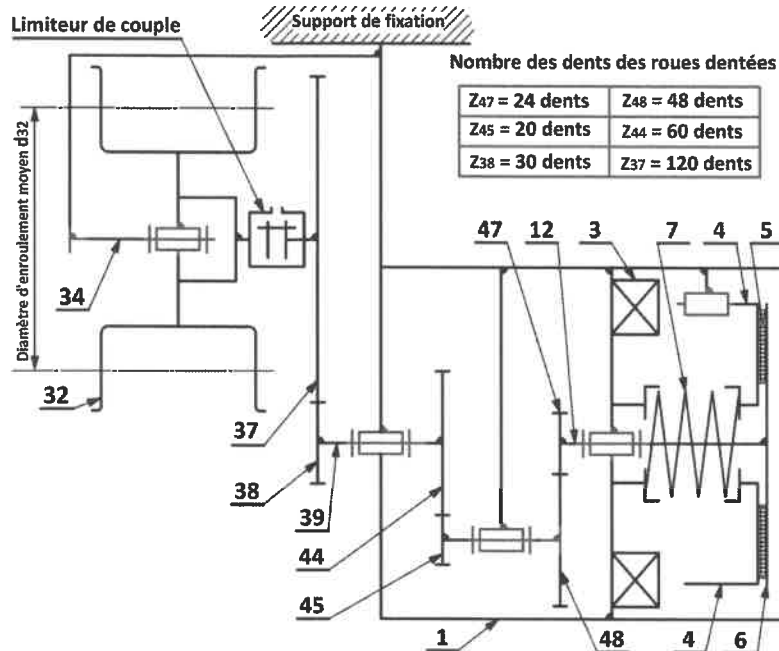
Repère de la pièce	Le type du matériau de la pièce
2	<i>Alliage léger (Aluminium)</i>
20	<i>Alliage de cuivre</i>
22	<i>Ferodo (matériau de friction)</i>

d- Compléter, en se référant aux (*DRES pages 13/17 et 14/17*), le tableau ci-dessous en donnant la désignation et la fonction des pièces : /4pts

Repère	Désignation	Fonction
7	<i>Ressort</i>	<i>Générer l'effort presseur assurant le freinage une fois la bobine non excitée</i>
11	<i>Clavette parallèle</i>	<i>Lier en rotation le plateau 6 et l'arbre moteur 12' pour transmettre la puissance</i>
27	<i>Contre-écrou H</i>	<i>Assurer le freinage de la vis 26</i>
28	<i>Joint à lèvres</i>	<i>Assurer l'étanchéité dynamique</i>

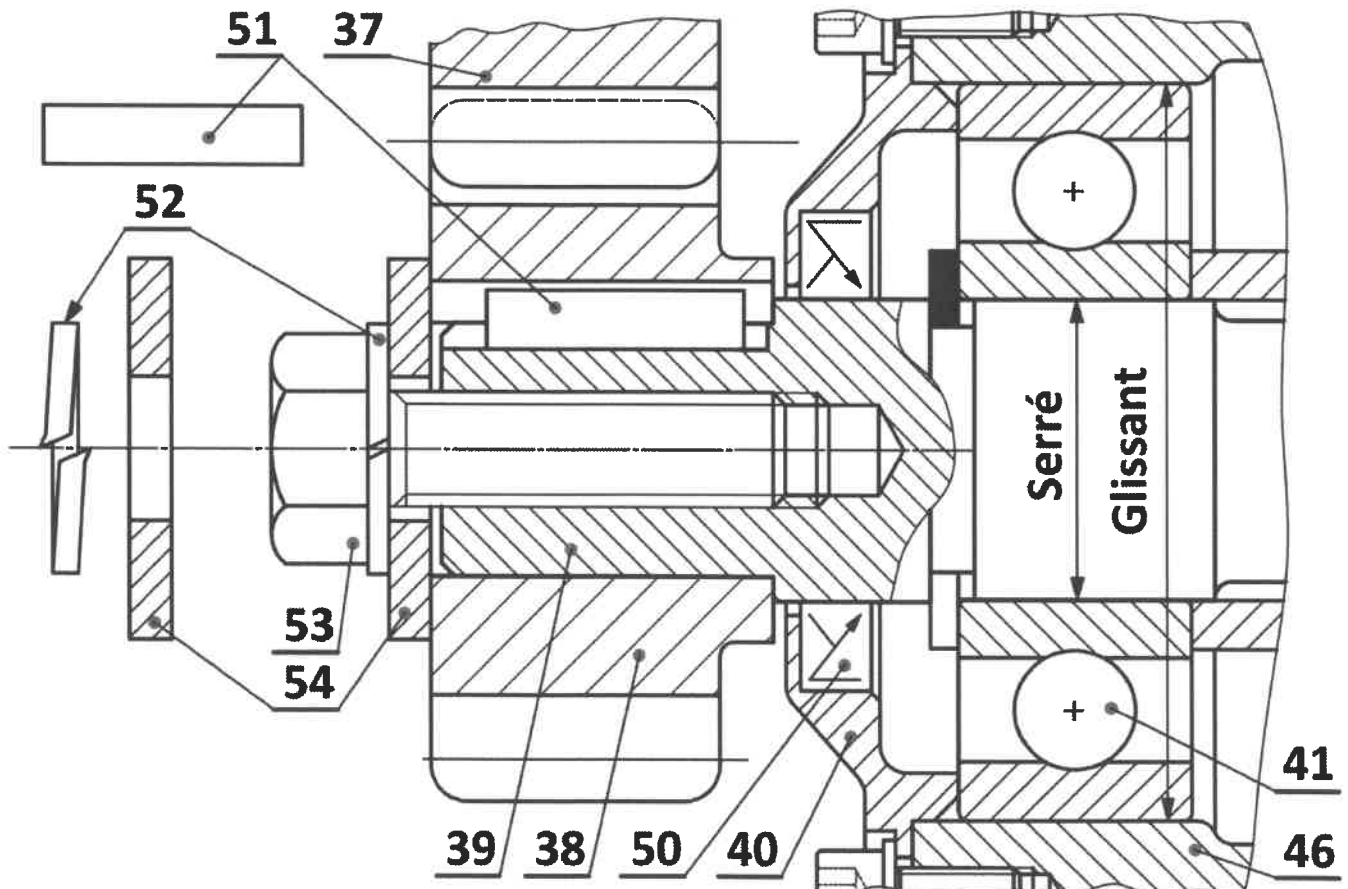
Tâche 12 :

a- Compléter le schéma cinématique minimal, ci-dessous, relatif au treuil électrique à câble étudié : (se référer au dessin d'ensemble et sa nomenclature voir (*DRES pages 13/17 et 14/17*) : /3,5pts



b- En se référant au dessin d'ensemble (*DRES page 13/17*), on vous demande de :

- b1- Compléter la représentation graphique de la liaison complète démontable du pignon 38 sur l'arbre 39, assurée par la clavette 51, la rondelle 54, la rondelle 52 et la vis 53 : /4,5pts
- b2- Compléter le montage du joint à lèvres 50 : /1pt
- b3- Indiquer (par Glissant ou Serré) les ajustements relatifs au montage du roulement 41 : /1pt



الصفحة	4	NR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة
9			- مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

Situation d'évaluation n°2 :

Tâche 21 : vérification de la validité du moteur électrique du treuil : Se référer au schéma cinématique du (*DREP page 6/17*) et aux (*DRES pages 13/17, 14/17 et 15/17*)

a-Calculer la vitesse de rotation ω_{32} (en **rad/s**) du Tambour d'enroulement **32**, sachant que son diamètre $d_{32} = 248 \text{ mm}$, et déduire sa fréquence de rotation N_{32} en **tr/min** : /1,5pt

$$\text{On a : } V_c = \omega_{32} \cdot \frac{d_{32}}{2} \text{ donc } \omega_{32} = \frac{2 \cdot V_c}{d_{32}} = \frac{2 \times 0.78}{248 \times 10^{-3}} = 6.29 \text{ rad/s}$$

$$\text{On a : } \omega_{32} = \frac{2\pi \times N_{32}}{60} \text{ donc } N_{32} = \omega_{32} \cdot \frac{60}{2\pi} = \frac{60 \times 6.29}{2\pi} = 60.068 \text{ tr/min}$$

b-Déterminer le rapport de transmission $k = \frac{N_{32}}{N_{12}}$ et en déduire la fréquence de rotation N_{12} de l'arbre moteur en **tr/min** (prendre $N_{32} = N_{37} = 60,20 \text{ tr/min}$) : /1,5pt

$$k = \frac{N_{32}}{N_{12}} = \frac{Z_{47}}{Z_{48}} \times \frac{Z_{45}}{Z_{44}} \times \frac{Z_{38}}{Z_{37}} = \frac{1}{2 \times 3 \times 4} \text{ donc } k = \frac{1}{24}$$

1pt

$$N_{12} = \frac{N_{32}}{k} = 60.2 \times 24 \text{ donc } N_{12} = 1444.8 \text{ W}$$

0.5pt

c-Calculer la puissance utile P_u (en **Watt**) développée au niveau du Tambour d'enroulement **32** capable de déplacer verticalement la charge maximale de masse $M=500\text{kg}$: /1pt

$$P_u = M \times g \times V_c \text{ donc } P_u = 500 \times 9.81 \times 0.78 = 3825.9 \text{ W}$$

0,5pt + 0,5pt

d-Calculer la puissance mécanique minimale P_m (en **kW**) du moteur-frein du treuil sachant que le rendement global de la chaîne de transmission de la puissance est $\eta_g = 0,86$: /1pt

0,5pt + 0,5pt

$$\text{On a : } \eta_g = \frac{P_u}{P_m} \text{ donc } P_m = \frac{P_u}{\eta_g} \text{ donc } P_m = \frac{3825.9}{0.86} \text{ donc } P_m = 4448.72 \text{ W} = 4.44 \text{ kW}$$

e-Choisir, en se référant au (*DRES page 15/17*), le type du moteur-frein optimal qui convient au nouveau treuil électrique à câble : /1pt

Type du Moteur	Puissance Pm (en Kw)	Fréquence de rotation N (en tr/min)
BMD 132SB2/4	4,50	1450

Tâche 22 : Vérification de l'efficacité de la fonction du limiteur de couple :

Se référer aux (*DRES pages 13/17, 14/17 et 15/17*)

a-Calculer le couple utile C_u (en **N.m**) appliqué au niveau du tambour d'enroulement **32** du treuil pour soulever la charge maximale de $M=500\text{Kg}$: (prendre $P_u = 3844 \text{ W}$ et $\omega_{32} = 6,32 \text{ rad/s}$) : /1pt

$$\text{on a : } P_u = C_u \times \omega_{32} \Leftrightarrow C_u = \frac{P_u}{\omega_{32}} = \frac{3844}{6,32} = 608,22 \text{ N.m}$$

0,5pt + 0,5pt

b-La transmission de la puissance mécanique de la roue dentée **37** au moyeu **36** est-elle par adhérence ou par obstacles ? : /0,5pt

La transmission de la puissance mécanique de la roue dentée **37** au moyeu **36** est par adhérence

c-Quelle est la nature des surfaces de contact entre les garnitures **22**, le plateau **21** et le moyeu **36** ? (Cocher la bonne réponse) : /0,5pt

Surfaces cylindriques	Surfaces coniques	Surfaces planes	Surfaces curvilignes
		X	

d-Calculer le couple C_t (en **N.m**) transmis au niveau du limiteur de couple, pour un effort presseur $F_p = 4960 \text{ N}$: /2pts

1pt + 1pt

$$\text{On a : } C_t = n \cdot f \cdot R_{moy} \cdot F_p = 2 \times 0,5 \times 4960 \times \frac{(336 + 160) \times 10^{-3}}{4} = 615,04 \text{ N.m}$$

الصفحة	5	NR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
9			

e-Comparer les valeurs des couples C_u et C_t , calculées précédemment, et conclure sur l'efficacité du réglage du limiteur de couple : /1pt

0,5pt

$$\text{On a: } C_u = 609,17 \text{ N.m} < C_t = 615,04 \text{ N.m}$$

Le réglage du limiteur est efficace

0,5pt

Tâche 23 : Vérification de la résistance de l'arbre 39 à la torsion et choix de son matériau :

Se référer aux DRES pages 13/17, 14/17 et 15/17 :

a-Déterminer la valeur du couple C_{39} (en $N.m$), transmis par l'arbre 39 et déduire le moment de torsion M_t (en $N.m$) auquel il est soumis : /2pts

$$\text{On a: } P_{39} = C_{39} \times \omega_{39} \Leftrightarrow C_{39} = \frac{P_{39}}{\omega_{39}} = \frac{30 \times P_{39}}{\pi \times N_{39}} = \frac{30 \times 4038}{241 \times \pi} = 160 \text{ N.m}$$

$$\text{donc } M_t = 160 \text{ N.m}$$

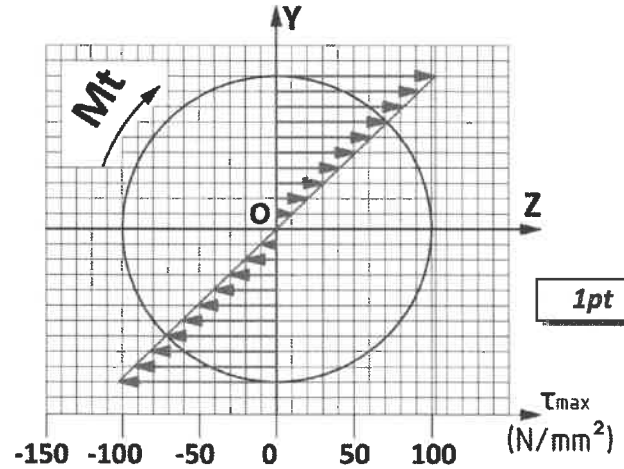
b-Calculer, en prenant $M_t = 160 \text{ N.m}$, la contrainte tangentielle maximale τ_{max} (en N/mm^2) et représenter la répartition des contraintes tangentielles de torsion sur la figure ci-dessous : /2pts

$$\tau_{max} = \frac{k_t \times M_t}{I_0} \times \frac{d}{2} = \frac{16 \times k_t \times M_t}{\pi \times d^3}$$

0,5pt

$$\tau_{max} = \frac{16 \times 1 \times 160 \times 10^3}{\pi \times 20^3} = 101,85 \text{ N/mm}^2$$

0,5pt



1pt

c-Déterminer, en appliquant la condition de résistance, la résistance à la limite élastique au glissement R_{eg} (en N/mm^2) du matériau de l'arbre 39 (on prendra $\tau_{max} = 102 \text{ N/mm}^2$) et en déduire la résistance à la limite élastique R_e (en N/mm^2) du matériau cet arbre : /2pts

Condition de résistance à la torsion

$$\tau_{max} \leq \frac{R_{eg}}{s} \Leftrightarrow R_{eg} \geq s \times \tau_{max} = 3 \times 102$$

1pt

$$\Leftrightarrow R_{eg} \geq 306 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{On a: } R_e = \frac{R_{eg}}{0,7} \geq \frac{306}{0,7} = 437,14 \text{ N/mm}^2$$

1pt

d-Choisir la nuance du matériau convenable de l'arbre 39 :

/0.5pt

La nuance du matériau convenable est celle dont $R_e = 460 \text{ N/mm}^2$, c'est donc 34 Cr 4

Situation d'évaluation n°3 : (voir DRES pages 16/17 et 17/17) ;

Tâche 3.1 :

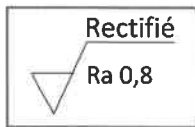
a- Expliciter la désignation du matériau de l'arbre 34 :

/2pts

16 Ni Cr 6 : Acier faiblement allié 0,16% de carbone 1,5% de nickel et quelques traces de chrome.

b- Expliquer la désignation suivante :

/1pt



Rectifié : Procédé de finition (Rectification).

√ : Symbole d'état de surface à usiner.

Ra 0,8 : Rugosité de l'état de surface est de **0,8 μm**.

c- Compléter le tableau des différentes spécifications géométriques mentionnées dans le dessin de définition de l'arbre 34 :

/4pts

Symbole	Signification	Type de tolérance	Élément de référence
⊥	Perpendicularité	D'orientation	F4
//	Parallélisme	D'orientation	F8
⌀	Cylindricité	De forme	

d- Compléter le tableau suivant relatif à la cote ($D3=D3'=\varnothing 50h6$) : (DRES page 17/17)

/1pt

Ecart inférieur	Ecart supérieur	Intervalle de tolérance	Dimension moyenne
-0,016	0	0,016	49,992

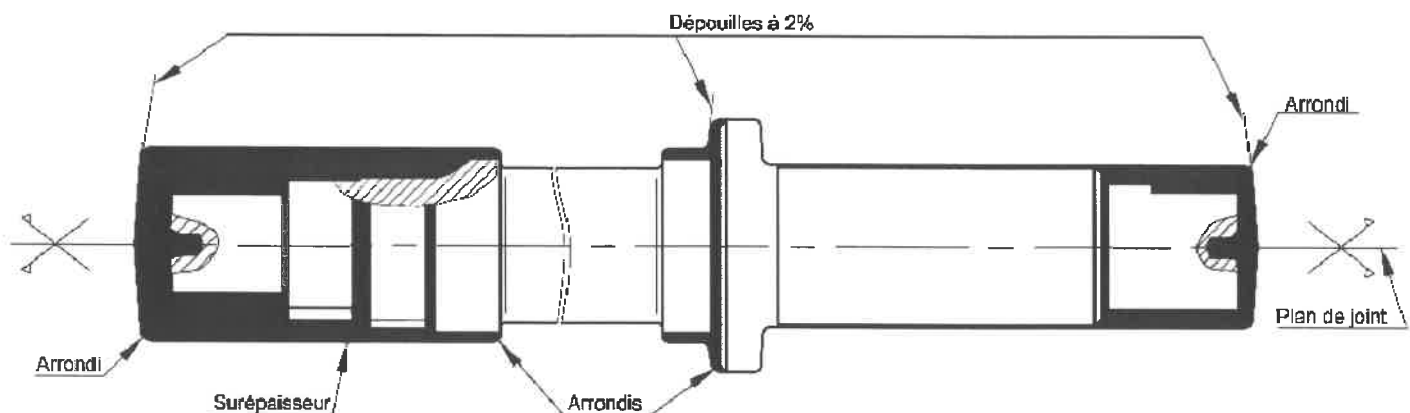
e- Citer deux avantages du procédé d'estampage utilisé pour l'obtention du brut de l'arbre 34 :

/1pt

- Amélioration des caractéristiques mécaniques du matériau ;
- Gain de la matière ;
- Excellent rapport qualité prix ;
- Orientation et continuité des fibres ;
- Pièce brute proche de la pièce finie donc réduire le temps d'usinage.

f- Compléter le dessin du brut capable de l'arbre 34, en indiquant les surépaisseurs d'usinage, le plan de joint, les arrondis, les congés et les dépouilles sachant qu'il est estampé :

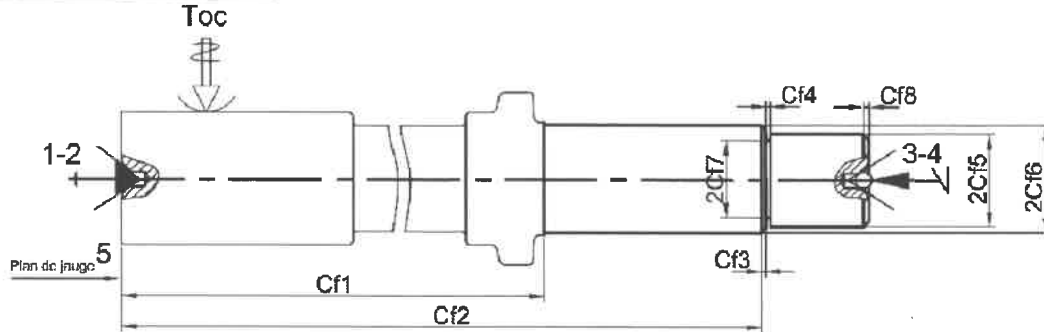
/4,5pts



Tâche 32 : Sur le croquis, ci-dessous, relatif à la phase 30, on vous demande de :

- a- Repasser par un trait fort les surfaces réalisées : /0,5pt
 b- Installer les cotes fabriquées (sans valeurs) : /2pts

Croquis de phase 30 :



- c- Cocher (X) le type de montage qui représente la **MIP** et le **MAP** sur le croquis de phase 30 : /0,5pt

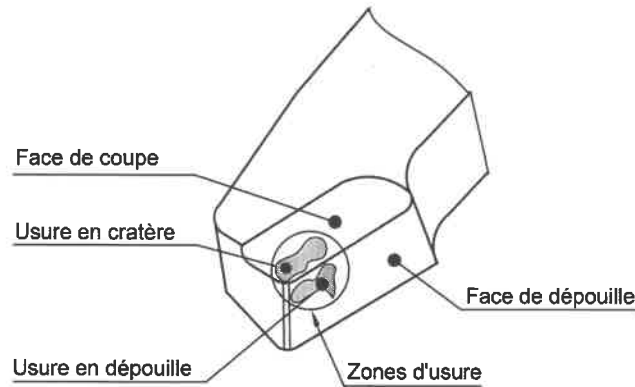
Montage entre-pointes
 Montage mixte
 Montage En l'air

- d- Donner le nom de l'outillage matérialisant la mise en position relative à la phase 30 : /1pt

(1,2 et 5) : **Pointe fixe**
 (3 ; 4) : **Pointe tournante**

Tâche 33 :

- a- Compléter sur le schéma, ci-dessous, de la partie active de l'outil, les noms des faces et les types d'usures associés : /1pt



- b- Calculer, en tenant compte des données **DRES page 16/17**, le temps de coupe **Tc** en min pour l'opération d'ébauche du diamètre **D1** : **Nota : prendre deux chiffres après la virgule.** /2pts

$$T_c = \frac{L_c}{v_f}; \text{ et } V_f = f \times N = f \times \frac{1000 V_c}{\pi D};$$

$$AN : V_f = 0,2 \times \frac{1000 \times 160}{3,14 \times 45} = 226,46 \text{ mm/min}; \quad T_c = \frac{135}{226,46} = 0,596 \text{ min}$$

- c- Calculer la durée de vie **T** en **min** d'une arête de coupe de la plaquette : /1pt

$$T = C_v \times V_c^n; \quad AN : T = 10^{10} \times 160^{-4} = 15,25 \text{ min}$$

الصفحة	8	NR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
9			

d- Montrer que le nombre de pièces réalisées pendant cette durée de vie de la plaquette est $N_p=51$ pièces. On rappelle qu'une plaquette a deux arêtes : /1pt

$$N_p = \frac{2 \times T}{T_c}; \quad AN : N_p = \frac{2 \times 15,25}{0,596} = 51,17; \quad N_p = 51 \text{ pièces}$$

e- Déduire le nombre de plaquettes nécessaires pour une période P_s d'un mois sachant que l'on fabrique 400 pièces par mois (*DRES page 16/17*) : /1pt

$$\text{Le nombre de plaquettes nécessaires} = \frac{P_s}{N_p} = \frac{400}{51} = 8 \text{ plaquettes}$$

Tâche 34 :

Etude de l'outil

a- Donner le nom de l'outil réalisant l'opération de chariotage et dressage ($D1, F2$) : /1pt

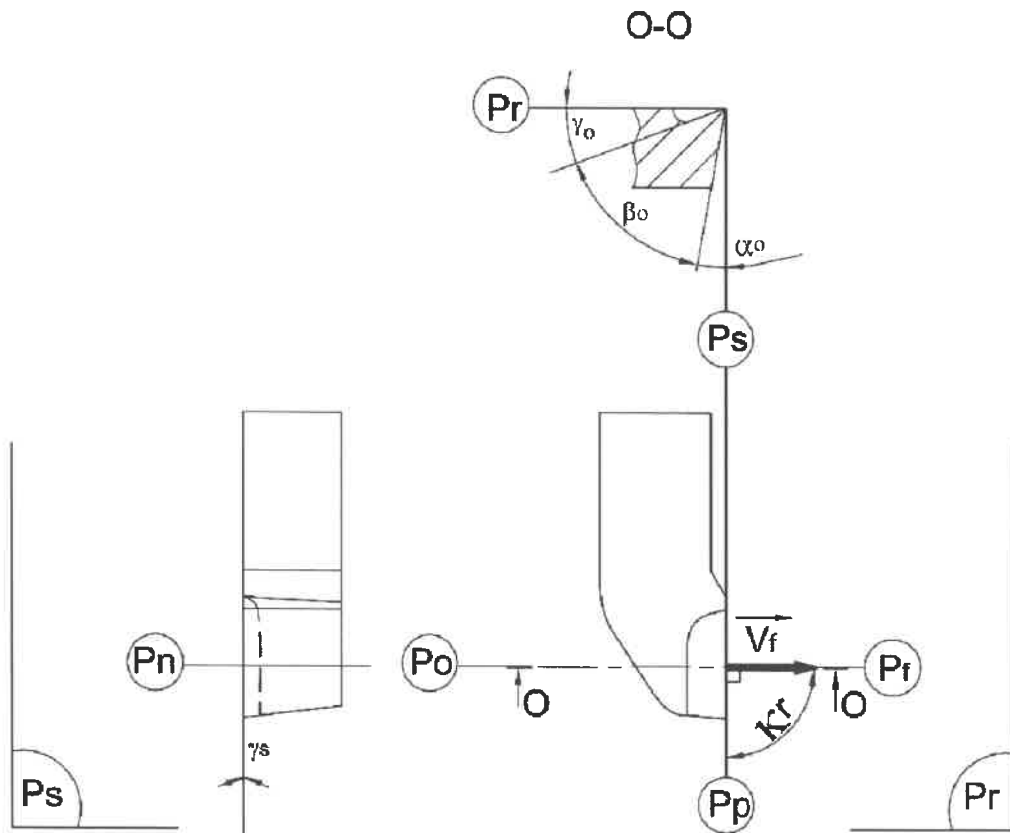
Outil couteau

b- Préciser l'orientation de l'outil (à gauche ou à droite) : /1pt

A droite

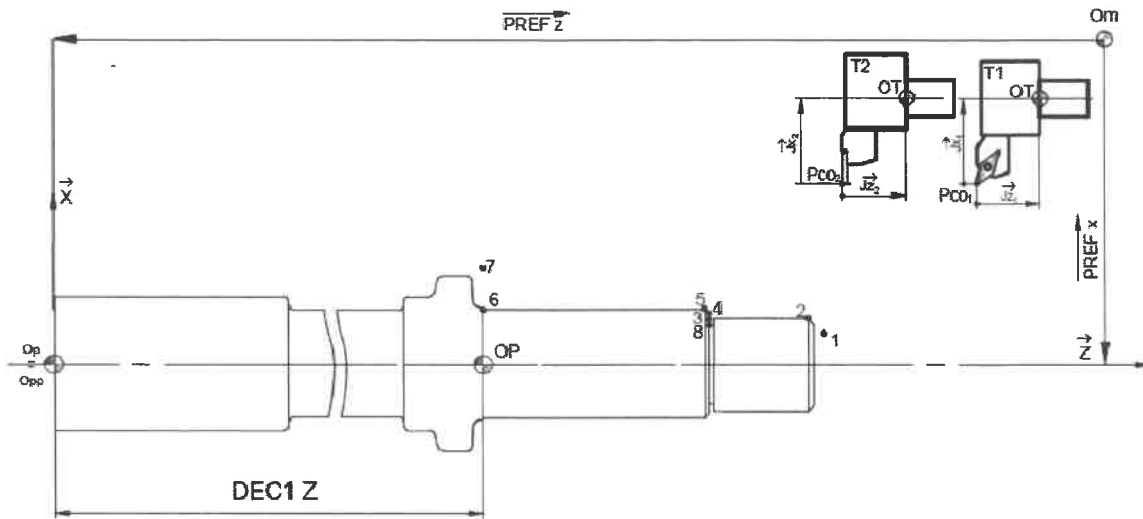
c- Compléter le dessin de l'outil proposé en indiquant : /5,5pts

- c.1. Les plans de l'outil en main (P_r, P_s, P_f, P_o, P_n et P_p) ;
c.2. L'angle de direction d'arête κ_r et l'angle d'inclinaison d'arête λ_s ;
c.3. Les angles de face orthogonaux ($\alpha_o, \beta_o, \gamma_o$), sur la section O-O. } 0,5pt / réponse juste



Tâche 35 : Etablissement du programme **CN** partiel pour réaliser le profil fini de la phase **30** :

a- Indiquer, sur le croquis suivant, les **PREF X**, **PREF Z**, **DEC1Z**, les jauges **JX** et **JZ** de **T1** et **T2**



/3pts

b- Compléter, en mode absolu **G90**, le tableau des coordonnées (dimensions moyennes) des points caractéristiques du profil fini ci-dessus, en se référant au dessin de définition de l'arbre **34** voir (**DRES page 17/17**) :

0,25 pt par case

/3pts

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X (Ø)	33	37	37	42,92	44,92	44,92	49	33	49
Z	138	134	115	115	114	0	0	115	115

c- Compléter le programme partiel **CN** suivant en se référant au parcours d'outil, au tableau des coordonnées des points ci-dessus et à la liste des fonctions voir **DRES page 16/17** :

/6pts

N10	G80	G90	M05	M09		Blocs de sécurité	} 0,25 pt par mot
N20	G00	G40	G52	X00	Z00		
N30	T01	D01	M06			Chargement de l'outil n°1	
N40	G92	S1600				Limiter la fréquence de rotation à 1600 tr/min	
N50	G97	S600	M04	M41		Fréquence de rotation en tr/min. Sens trigo.	
N60	G96	S200				Vitesse de coupe en m/min	
N70	G90	G42	X33	Z138	M08	Point 1. Correction du rayon d'outil. Arrosage	
N80	G01	G95	X37	Z134	F0.1	Point 2. Vitesse programmée en mm/tr	
N90	A Ne pas compléter					Point 3	
N100						Point 4	
N110						Point 5	
N120						Point 6.	
N130	G97	S600	X49	M09		Point 7 Arrêt d'arrosage	
N140	G00	G40	G52	X00	Z00	Retour à Om en vitesse rapide	
N150	T02	D02	M06			Chargement de l'outil n°2	
N160		X49	Z115	M08		Point 9. Arrosage	
N170	G96	S60				Vitesse de coupe en m/min	
N180	G01	G95	X33	F0.05		Point 8. Vitesse programmée en mm/tr	
N190		X49				Point 9	
N200	G77	N10	N20			Appel des blocs de sécurité	
N210	M02					Fin du programme	