

الصفحة	1
9	***

**الأمتحان الوطني الموحد للبوكالوريا  
الدورة العادية 2021  
- عناصر الإجابة -**

TTTTTTTTTTTTTTTT

NR 45

السلطة المغربية  
وزارج التربية والتكوين  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي  
المركز الوطني للمعديم والامتحانات

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

*ELEMENTS*

*DE*

*REONSES*

الصفحة	2	NR 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	
9				

## 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

A qui/quoi rend-t-il service ?

0,5pt par réponse

Sur qui/quoi agit-il ?

Opérateur

Charges/Personnes

**Treuil électrique à câble  
(Fixé sur Hélicoptère)**

Dans quel but ? ↓

*Soulever, maintenir ou déposer des personnes rescapées ou des charges relativement lourdes*

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 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,5pt par réponse</span>	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

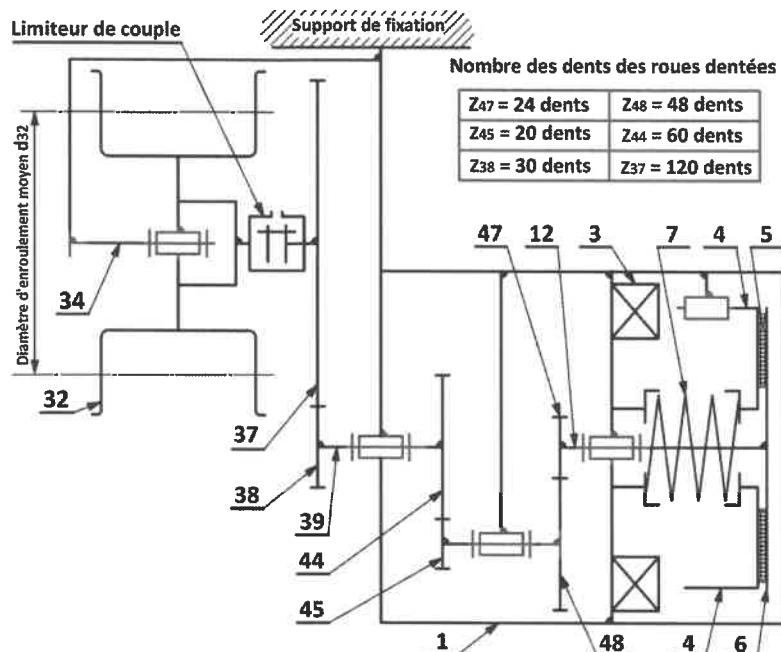
Repère de la pièce	Le type du matériau de la pièce
2	Alliage léger (Aluminium)
20	Alliage de cuivre
22	Ferodo (matériau de friction)

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

## 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

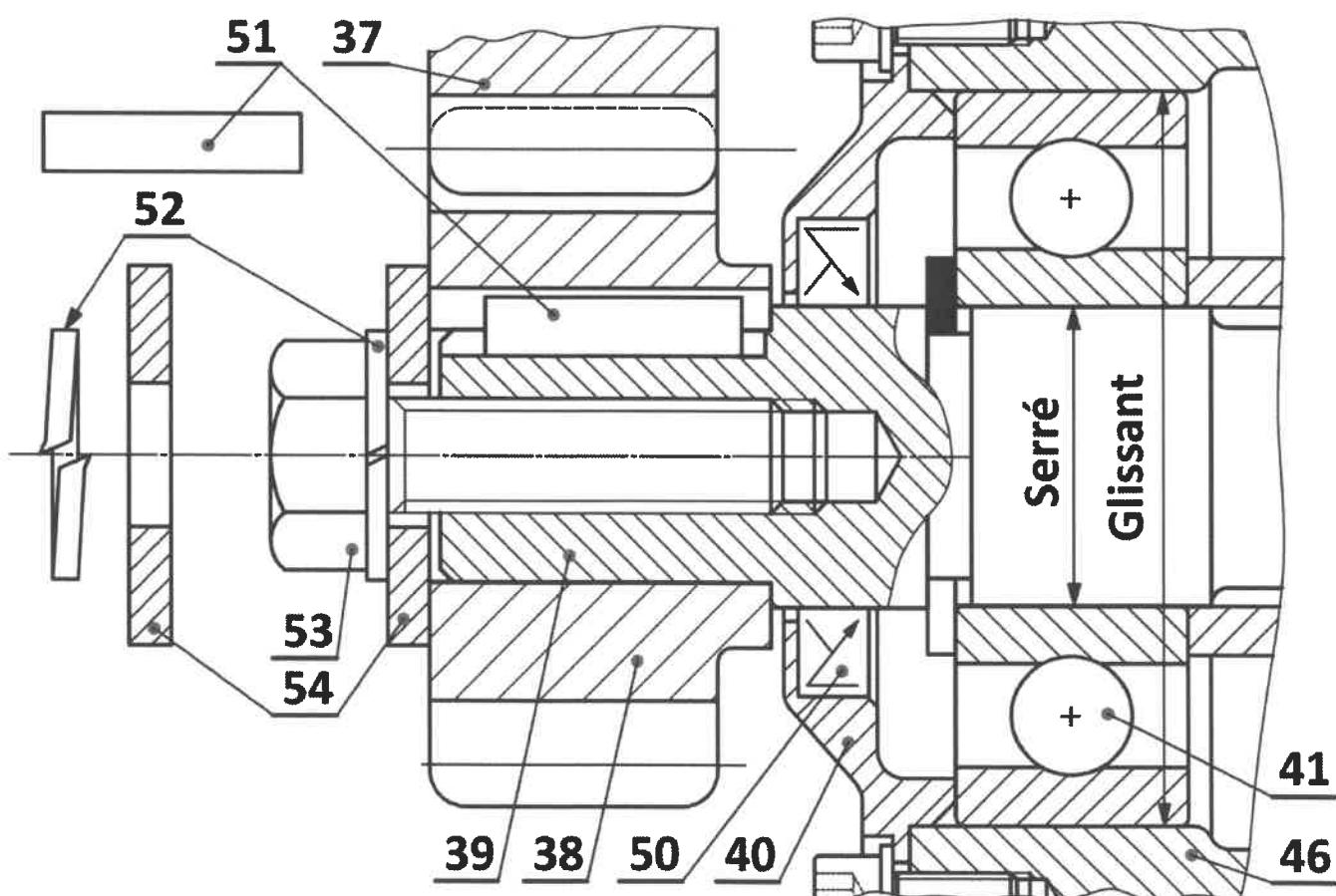


b-En se référant au dessin d'ensemble (DRES page 13/17), on vous demande de :

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



**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  $\omega_{32}$  (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

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

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

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

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

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

1pt

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

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

1pt + 1pt

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**

*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  $\text{N.m}$ ), transmis par l'arbre 39 et déduire le moment de torsion  $M_t$  (en  $\text{N.m}$ ) auquel il est soumis : /2pts

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

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

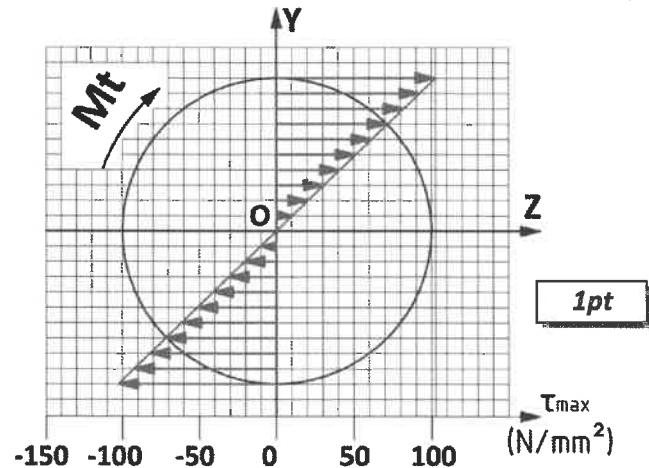
b-Calculer, en prenant  $M_t = 160 \text{ N.m}$ , la contrainte tangentielle maximale  $\tau_{max}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) et représenter la répartition des contraintes tangentielles de torsion sur la figure ci-dessous : /2pts

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

**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  $\text{N/mm}^2$ ) 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  $\text{N/mm}^2$ ) 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*

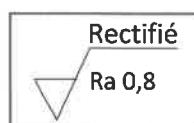
**Situation d'évaluation n°3 : (voir DRES pages 16/17 et 17/17) ;**

**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  $0,8 \mu\text{m}$ .

c- Compléter le tableau des différentes spécifications géométriques mentionnées dans le dessin de définition de l'arbre 34 : /4pts

Symbol	Signification	Type de tolérance	Elément de référence
⊥	Perpendicularité	D'orientation	F4
//	Parallélisme	D'orientation	F8
/Ø	Cylindricité	De forme	

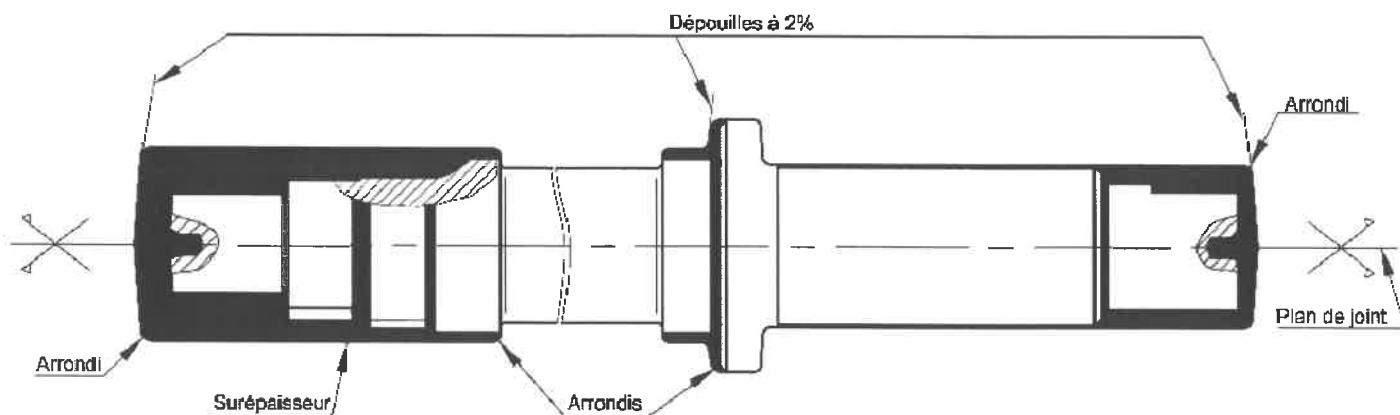
d- Compléter le tableau suivant relatif à la cote ( $D_3=D_3'=\emptyset 50 h6$ ) : (DRES page 17/17) /1pt

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 :

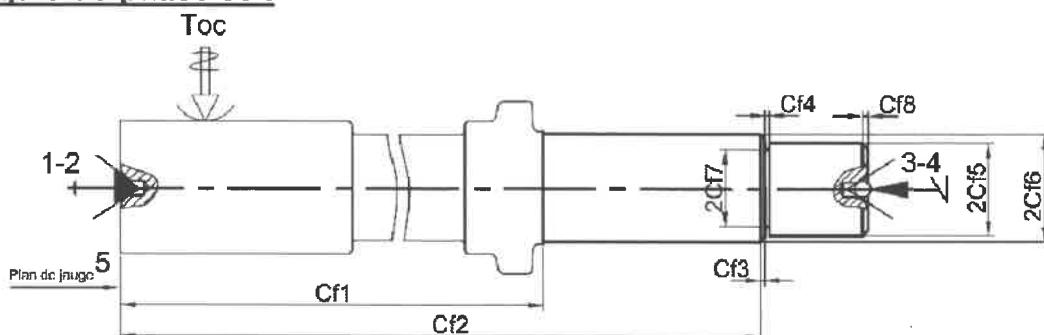
a- Repasser par un trait fort les surfaces réalisées :

/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

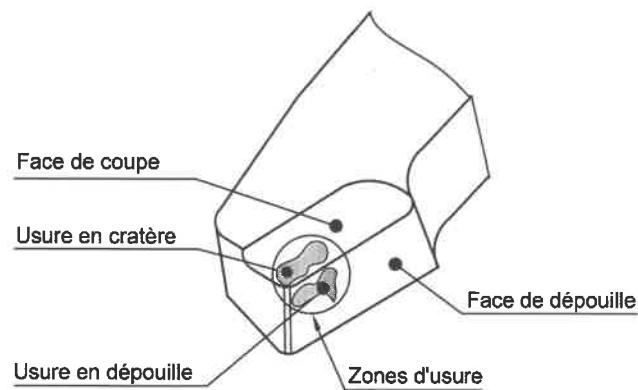
d- Donner le nom de l'outillage matérialisant la mise en position relative à la phase 30 : /1pt

(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

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

- 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

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

- 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**

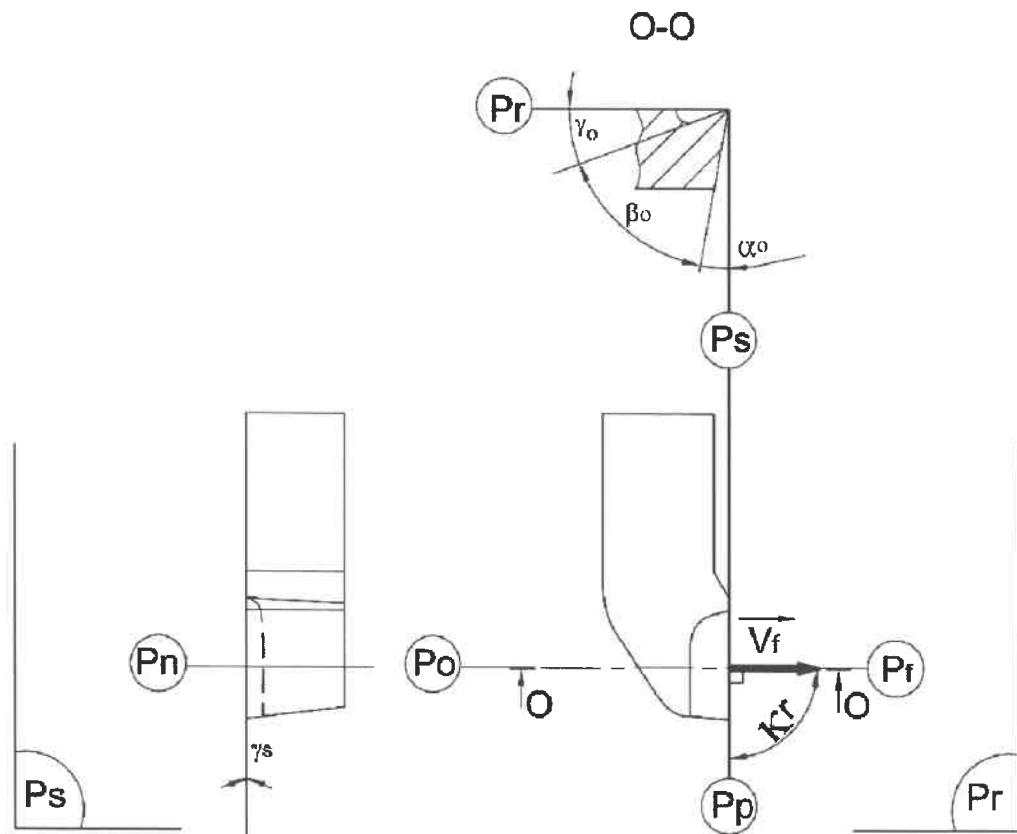
- c- Compléter le dessin de l'outil proposé en indiquant : /5,5pts

c.1. Les plans de l'outil en main ( $Pr$ ,  $Ps$ ,  $Pf$ ,  $Po$ ,  $Pn$  et  $Pp$ ) ;

c.2. L'angle de direction d'arête  $\kappa_s$  et l'angle d'inclinaison d'arête  $\lambda_s$  ;

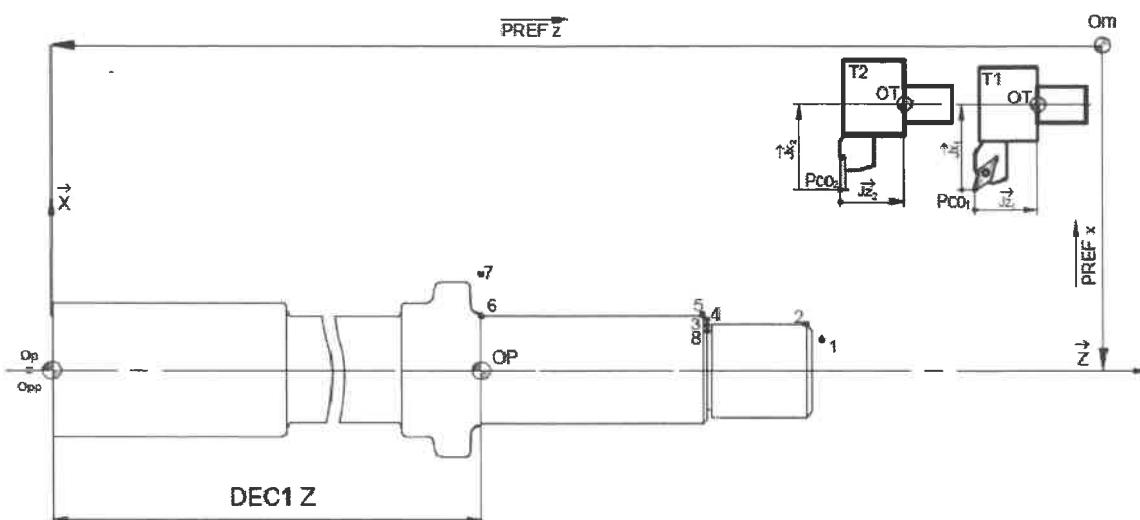
c.3. Les angles de face orthogonaux ( $\alpha_0$ ,  $\beta_0$ ,  $\gamma_0$ ), sur la section O-O.

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 jauge **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						Point 3
N100	<b>A Ne pas compléter</b>					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

/