

|             |   |  |  |  |
|-------------|---|--|--|--|
| الصفحة<br>1 | الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا<br>الدورة العادية 2021<br>- عناصر الإجابة - |  | المملكة المغربية<br>وزارة التربية الوطنية<br>والتكوين المهني<br>والتعليم العالي والبحث العلمي<br>المركز الوطني للتقويم والامتحانات |  |
| 9           |   |  |  |  |
| ***         | NR 45   |  |  |  |
| 4h          | مدة الإنجاز   | علوم المهندس   | المادة   |  |
| 8           | المعامل   | شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية | الشعبة أو المسلك   |  |

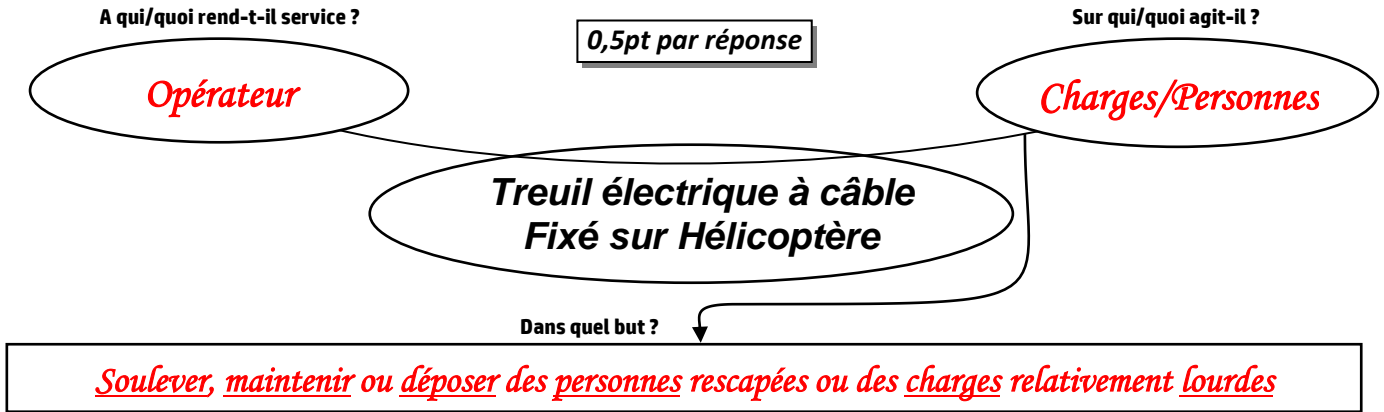
# ELEMENTS DE REPOONSES

**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 (**DRESS 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                    | <b>Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation</b> |
| Frein électromagnétique     | <b>3 - 4 - 5 - 6 - 7</b>           | Arrêter le mouvement de la charge à déplacer en cas du besoin          |
| <b>Train d'engrenages</b>   | <b>(47-48) ; (44-45) ; (37-38)</b> | <b>Transmettre et adapter la puissance mécanique de rotation</b>       |
| Limiteur de couple          | <b>16-18-19-21-22-36-37</b>        | Sécuriser la transmission de la puissance mécanique                    |

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

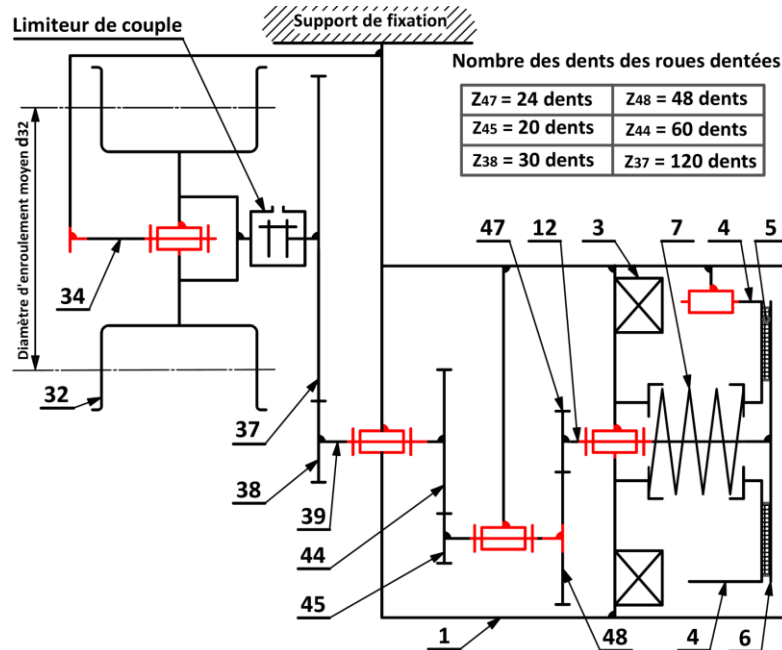
| Repère de la pièce | Le type du matériau de la pièce      |
|--------------------|--------------------------------------|
| <b>2</b>           | <b>Alliage léger (Aluminium)</b>     |
| <b>20</b>          | <b>Alliage de cuivre</b>             |
| <b>22</b>          | <b>Ferodo (matériau de friction)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

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  |
|-----------|---------------------------|---|
| <b>7</b>  | <b>Ressort de rappel</b>  | <b>Assurer le freinage une fois la bobine est non excitée</b> |
| <b>11</b> | <b>Clavette parallèle</b> | <b>Lier en rotation le plateau 6 et l'arbre moteur 12</b>     |
| <b>27</b> | <b>Ecrou H</b>            | <b>Assurer le freinage de la vis 26</b>                       |
| <b>28</b> | <b>Joint à lèvres</b>     | <b>Assurer l'étanchéité dynamique</b>                         |

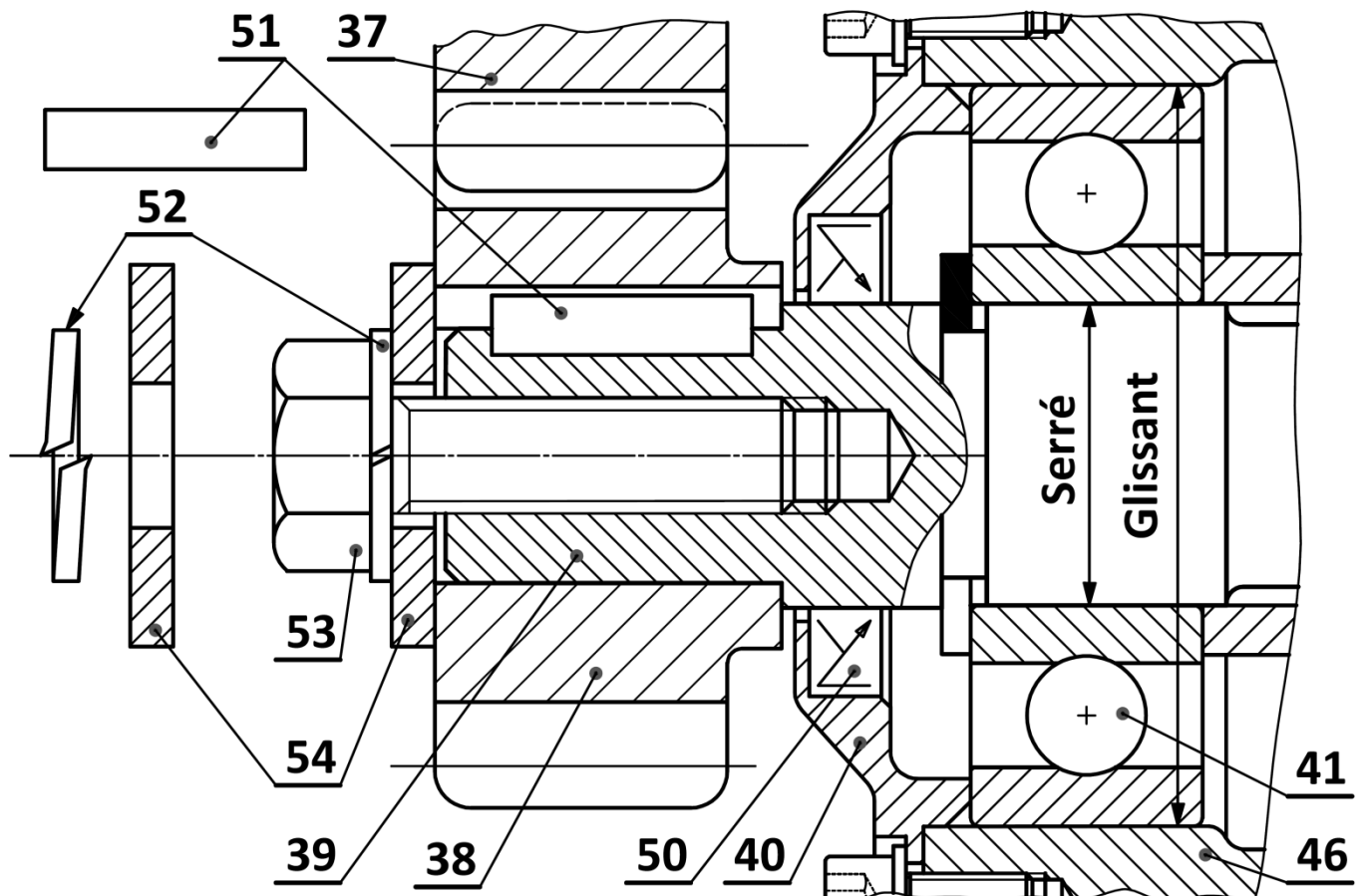
**Tâche 12 :**

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  $\omega_{32}$  (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

$$\text{On a : } V_c = \omega_{32} \cdot \frac{d_{32}}{2} \text{ donc } \omega_{32} = \frac{2 \cdot V_c}{d_{32}} = \frac{2 \times 0,78}{248 \times 10^{-3}} = 6,29 \text{ rad/s}$$

$$\text{On a : } \omega_{32} = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_{32}}{60} \text{ donc } N_{32} = \omega_{32} \cdot \frac{60}{2 \cdot \pi} = \frac{60 \times 6,29}{2 \cdot \pi} = 60,068 \text{ tr/min}$$

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 **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

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

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, résultant de l'effort presseur  $F_p = 4960 \text{ N}$  : /2pts

1pt + 1pt

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

|        |   |       |   |
|--------|---|-------|---|
| الصفحة | 5 | NR 45 | الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة<br>- 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

**On a:**  $C_u = 609,17 \text{ N.m} < C_t = 615,04 \text{ N.m}$  0,5pt

**Le réglage du limiteur est efficace** 0,5pt

**(assure convenablement sa fonction de transmission de puissance mécanique de rotation en toute sécurité en protégeant le moteur du treuil)**

**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

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

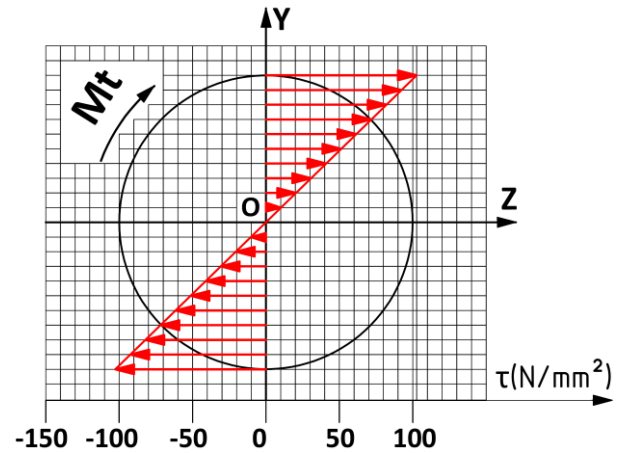
**donc**  $M_t = 160 \text{ N.m}$

b-Calculer, en prenant  $M_t = 160 \text{ N.m}$ , la contrainte tangentielle maximale  $\tau_{max}$  (en  $N/mm^2$ ) 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 élastique minimale 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

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

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

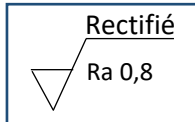
Situation d'évaluation n°3 : (voir **DRES pages 16/17 et 17/17**) ;

**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 quelque trace de chrome.

b- Expliquer la désignation suivante : /1pt



Rectifié : Procédé de fabrication. 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 utilisées 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'=Ø50h6) : (**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 ;

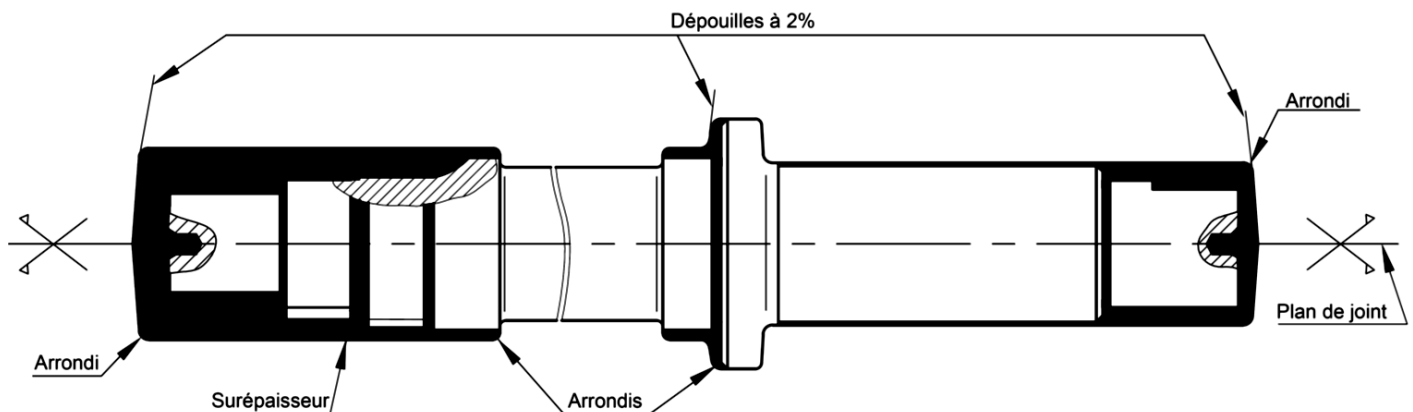
Gain de la matière ;

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 :

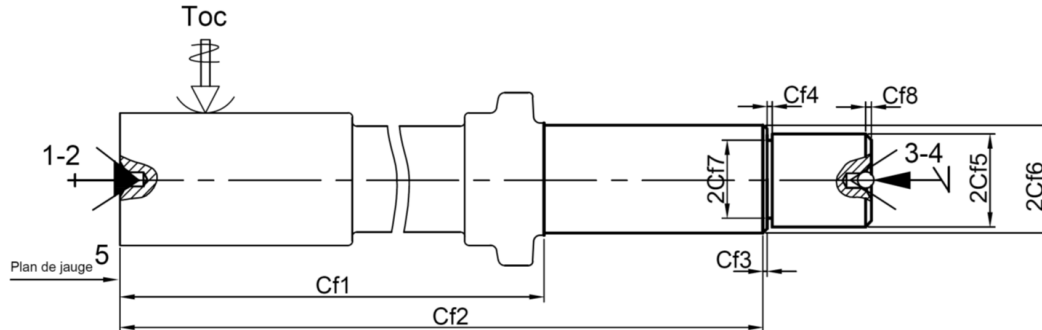
a- Repasser par un trait fort les surfaces réalisées :

/0,5pt

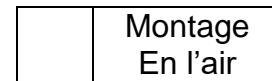
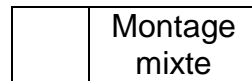
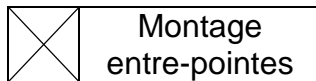
b- Installer les cotes fabriquées (sans valeurs) :

/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



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

/1pt

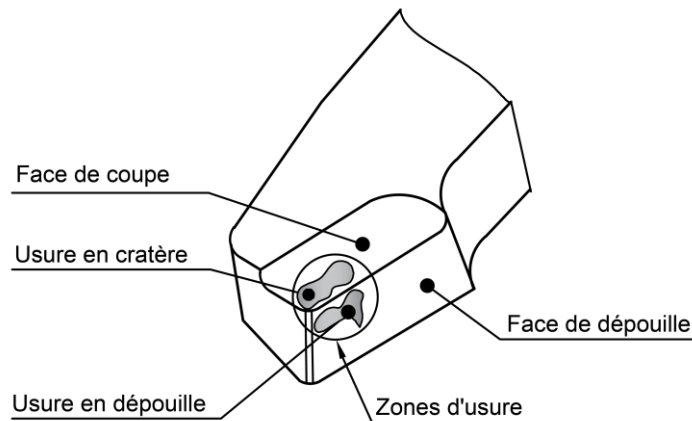
(1,2 et 5) : **Pointe fixe** .....

(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=Ø45mm** : **Nota : tenir compte de 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 | NR 45 | الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة                |  |
| 8      |       | - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية |  |
| 9      |       |  |  |

d- Déterminer le nombre de pièces  $N_p$  réalisées pendant cette durée de vie de la plaquette. On rappelle qu'une plaquette a deux arêtes : (prendre la valeur entière) /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 (*DRES page 16/17*) : /1pt

$$\text{Le nombre de plaquettes nécessaires} = \frac{P_s}{N_p} = \frac{400}{51} = 7 \text{ plaquettes}$$

### Tâche 34 :

#### Etude de l'outil

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

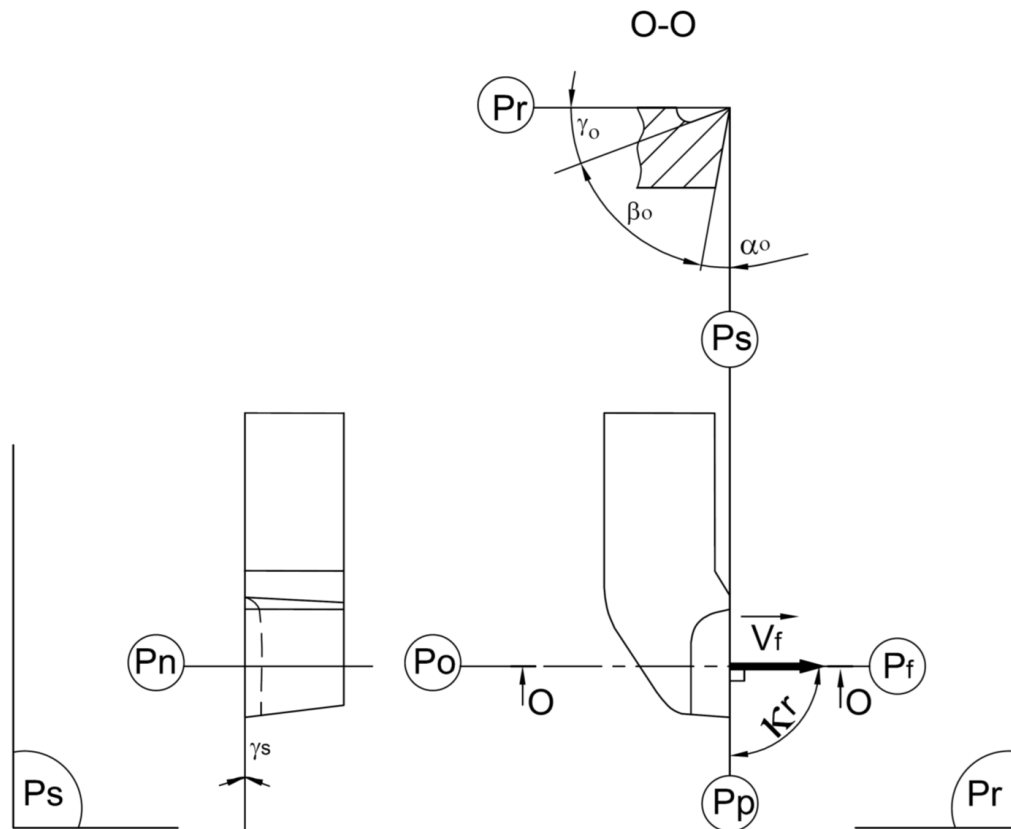
**Outil couteau**

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

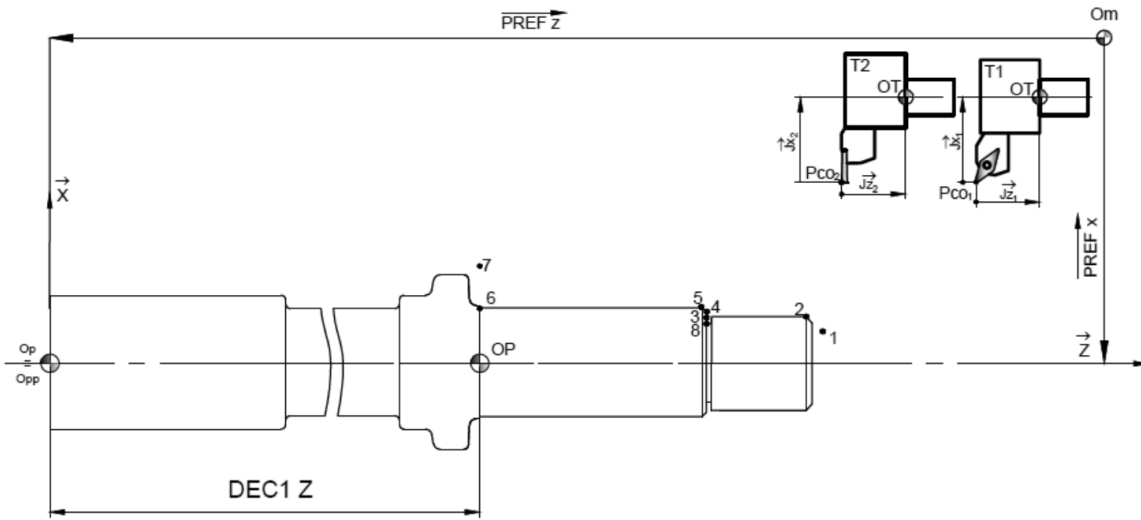
**A droite**

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  $\kappa_r$  et l'angle d'inclinaison d'arête  $\lambda_s$  ;  
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  $\overrightarrow{PREF X}$ ,  $\overrightarrow{PREF Z}$ ,  $\overrightarrow{DEC1Z}$ , les jauges  $\overrightarrow{JX}$  et  $\overrightarrow{JZ}$  de **T1** et **T2**



/3pts

b- Compléter en mode absolu **G90**, en se référant au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil ci-dessus et au dessin de définition de l'arbre **34**, voir **DRES page 16/17**, le tableau des coordonnées (dimensions moyennes) des points caractéristiques du profil fini **0,25 pt par case** /3pts

| Points       | 1          | 2          | 3          | 4            | 5            | 6            | 7         | 8          | 9          |
|--------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------|------------|------------|
| <b>X (Ø)</b> | <b>33</b>  | <b>37</b>  | <b>37</b>  | <b>42,92</b> | <b>44,92</b> | <b>44,92</b> | <b>49</b> | <b>33</b>  | <b>49</b>  |
| <b>Z</b>     | <b>138</b> | <b>135</b> | <b>116</b> | <b>115</b>   | <b>115</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b>  | <b>116</b> | <b>115</b> |

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                               | <b>0,25 pt par mot</b> |
| N20  | G00                       | G40          | G52         | X00          | Z00         |   |                        |
| N30  | T01                       | D01          | M06         |              |             | Chargement de l'outil n°1                       |                        |
| N40  | G92                       | <b>S1600</b> |             |              |             | Limitier la fréquence de rotation à 1600 tr/min |                        |
| N50  | G97                       | S600         | M04         | M41          |             | Fréquence de rotation en tr/min. Sens trigo.    |                        |
| N60  | G96                       | <b>S200</b>  |             |              |             | Vitesse de coupe en m/min                       |                        |
| N70  | G90                       | G42          | <b>X33</b>  | <b>Z138</b>  | M08         | Point 1. Correction du rayon d'outil. Arrosage  |                        |
| N80  | <b>G01</b>                | G95          | <b>X37</b>  | <b>Z135</b>  | <b>F0.1</b> | Point 2. Vitesse programmée en mm/tr            |                        |
| N90  | <b>A Ne pas compléter</b> |              |             |              |             | Point 3   |                        |
| N100 |                           |              |             |              |             | Point 4   |                        |
| N110 |                           |              |             |              |             | Point 5   |                        |
| N120 |                           |              |             |              |             | Point 6.  |                        |
| N130 | <b>G97</b>                | S600         | <b>X49</b>  | <b>M09</b>   |             | Point 7 Arrêt d'arrosage                        |                        |
| N140 | <b>G00</b>                | G40          | G52         | X00          | Z00         | Retour à Om en vitesse rapide                   |                        |
| N150 | <b>T02</b>                | <b>D02</b>   | <b>M06</b>  |              |             | Chargement de l'outil n°2                       |                        |
| N160 |                           | <b>X49</b>   | <b>Z115</b> | <b>M08</b>   |             | Point 9. Arrosage                               |                        |
| N170 | G96                       | <b>S60</b>   |             |              |             | Vitesse de coupe en m/min                       |                        |
| N180 | G01                       | G95          | <b>X33</b>  | <b>F0.05</b> |             | Point 8. Vitesse programmée en mm/tr            |                        |
| N190 |                           | <b>X49</b>   |             |              |             | Point 9   |                        |
| N200 | G77                       | <b>N10</b>   | <b>N20</b>  |              |             | Appel des blocs de sécurité                     |                        |
| N210 | M02                       |              |             |              |             | Fin du programme                                |                        |