

COMPOSITION DE :

RESERVE AU SECRETARIAT

Note définitive sur 20

17,31

Appréciations expliquant la note chiffrée :

die sept, nois m⁷ 21219

NOM DU CORRECTEUR ET SIGNATURE :

Concept : 30,5

CFAO 09,25

prod 29,50

69,25

Documents réponses

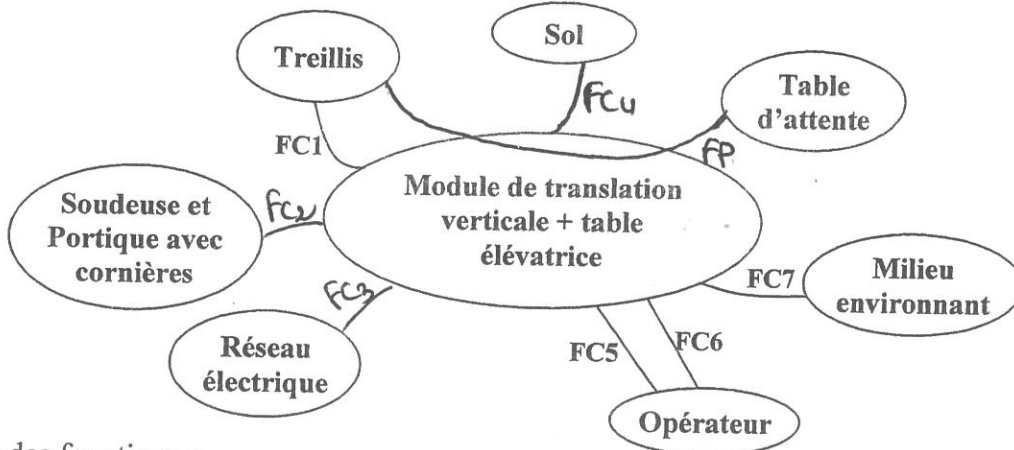
SEV 01 :

Tâche 1.1 :

Compléter le diagramme des interactions (pieuvre) et le tableau ci-dessous par la fonction principale et les fonctions contraintes :

a- Diagramme des interactions (pieuvre) :

1/2pts



b- Le tableau des fonctions :

1/2pts

FP	Préparer les empilements de treillis et les évacuer sur la table d'attente
FC1	Supporter les treillis
FC2	S'adapter au système existant
FC3	Utiliser l'énergie électrique du réseau
FC4	Se fixer sur le sol
FC5	Permettre la commande en mode automatique ou manuel par l'opérateur
FC6	Permettre une maintenance au site par l'opérateur
FC7	S'adapter au milieu environnant (ambiance usine, nuisance sonore,...)

Tâche 1.2 :

a- Compléter, par le nom et la fonction des pièces choisies, le tableau suivant :

1/2pts

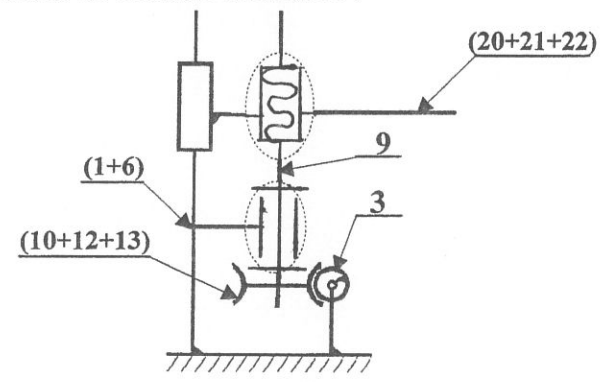
Repère des pièces	Nom	Fonction
2	Bouillon de lubrification	Permettre la lubrification du système de transmission
4	Surface d'alimentation électrique	Alimenter le système en énergie électrique.
7	Roulement type BT	guider en rotation avec roulement h'arbre 9/l'alésage 6
14	Bouillon de vidange	Permettre le vidange du système. Evacuation de huile

b- Compléter, par le nom de la liaison et le nombre de degrés de liberté, le tableau suivant :

1/1,5pt

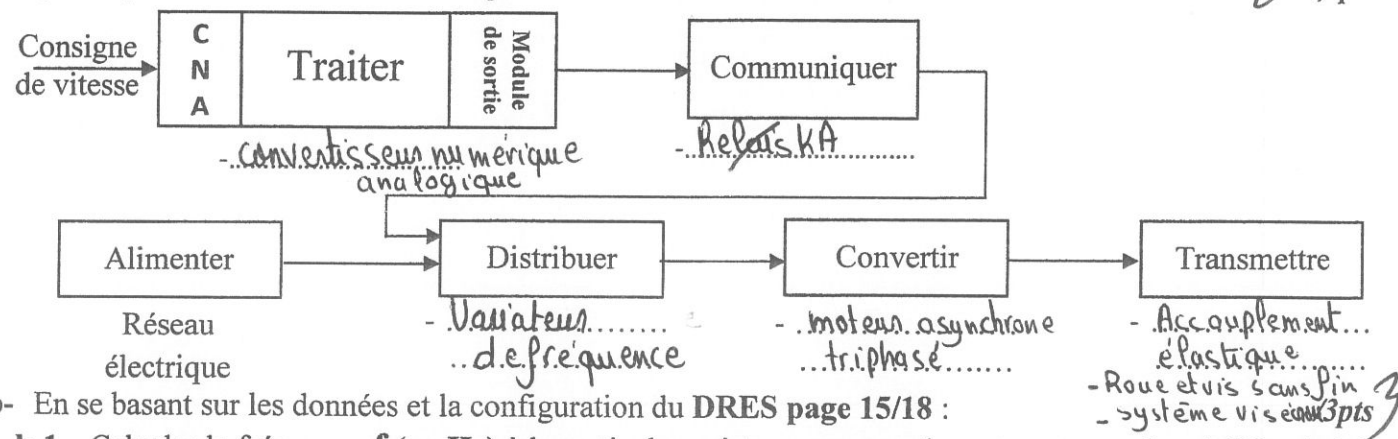
La liaison	Nom de la liaison	Nombre de degrés de liberté
(10+12+13)/9	complète	0
9/(20+21+22)	hélicoïdale	1
9/(1+6)	pivot	1

c- Compléter le schéma cinématique minimal, par les symboles des liaisons mécaniques manquantes du module de translation verticale de la table élévatrice : 1 / 1pt



Tâche 1.3 :

a- Compléter, en se basant sur les données du DRES page 15/18, les éléments assurant les fonctions génériques dans les chaînes d'énergie et d'information du module de translation verticale : 2 / 2,5pts



b- En se basant sur les données et la configuration du DRES page 15/18 :

b-1- Calculer la fréquence f (en Hz) à la sortie du variateur pour que le moteur tourne à $n=1400$ tr/min :
 $n = 1400$ tr/min alors $f = 1400 \times \frac{50}{60} \Rightarrow$... alors $f = 1166,66$ Hz / ... V

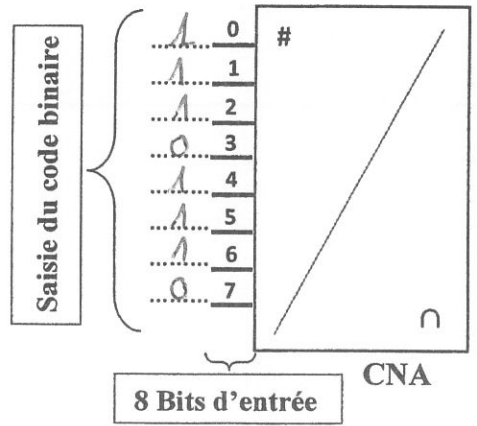
b-2- Calculer la tension u (en V) à l'entrée du variateur ou (à la sortie analogique du CNA) :
 selon la règle de trois $\frac{10,2}{46,66} = \frac{u}{1166,66}$ alors $u = 1166,66 \times \frac{10,2}{46,66} = 255$ V

b-3- Calculer le quantum q (ou la résolution) du module convertisseur CNA, sachant que le module est de 8 bits et génère une tension variable comprise entre 0 et 10,2 volts continue :
 $q = \frac{10,2 - 0}{2^8} \Rightarrow q = \frac{10,2}{256} = 0,039$ V

b-4- Déterminer la valeur N , en décimale, à l'entrée du CNA :
 selon la règle de trois $\frac{10,2}{9,518} = \frac{255}{N}$ alors $N = 9,518 \times \frac{255}{10,2} = 237,95$ V

b-5- Convertir en binaire la valeur de 238 (valeur décimale à l'entrée du CNA) :
 On divise tout 238 plusieurs fois sur 2 on obtient 238 en décimale = 11101110

b-6- Affecter sur le schéma ci-dessous la valeur binaire correspondant à 238 sur les entrées (0 à 7) du CNA :



SEV 02 :

Tâche 2.1 :

a- Déterminer la vitesse de rotation N_v (en tr/min) que doit avoir la vis tournante (9) pour que l'écrou (20) provoque un déplacement vertical de la fourche (22) à une vitesse linéaire $V_e = 1,63$ m/min : 1 /1pt

Sachant que $V_{écrou} = N_{vis} \times p$ on a alors $N_{vis} = \frac{V_{écrou}}{p}$
 alors que $p = 7$ mm et $V_e = 1,63$ m/min $\Rightarrow V_e = 1,63 \times 10^3$ mm/min
 $N_{vis} = \frac{1,63 \times 10^3}{7} = 232,85$ tr/min

b- Déduire la vitesse de rotation N_{rc} (en tr/min) de la roue creuse (13) et calculer N_{vf} (en tr/min) celle de la vis sans fin (3) : 1 /1pt

sachant que $r_{vis} \times roue = 2$ alors $r = \frac{N_{rc}}{N_{vis}} = \frac{1}{6}$
 or $N_{rc} = N_{vis} \times \frac{1}{6}$ alors $N_{rc} = 38,80$ tr/min

c- Déduire la vitesse de rotation du moteur d'entraînement N_m (en tr/min) : 1 /1pt

sachant que $N_m = N_E$ car $\eta_0 = 1$
 et sachant que $\eta_1 = \frac{N_E}{N_{vis}} = 3$
 alors $N_m = 3 N_{vis} = 3 \times 232,85 \Rightarrow N_m = 698,55$ tr/min

d- Calculer, en négligeant le frottement entre les colonnes de guidage et les douilles à billes (figure 4 page 3/18), la puissance P_f (en W) nécessaire à l'écrou (20) pour vaincre la charge F supportée par une seule fourche et la déplacer à la vitesse $V_e = 1,63$ m/min : 1 /1pt

Sachant que $F = 5000$ N et $V_e = 1,63$ m/min alors $V_e = 1,63/60 = 0,027$ m/s
 alors $P = F \cdot V = 5000 \cdot 0,027$
 alors $P_f = 135$ W

e- Déduire la puissance P_e (en W) nécessaire à l'entrée du système vis tournante (9)-écrou (20) si son rendement $\eta_2 = 0,57$: 1 /1pt

$\eta_2 = \frac{P_f}{P_e}$ alors $P_e = \frac{P_f}{\eta_2} = \frac{135}{0,57} = 236,84$ W

f- Calculer, en tenant compte du rendement $\eta_1 = 0,65$, la puissance P_{vf} (en W) nécessaire à la vis sans fin 3 : 1 /1pt

$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 = 0,57 \times 0,65 = 0,3705$ alors $\eta_g = \frac{P_f}{P_{vf}}$
 alors $P_{vf} = \frac{P_f}{\eta_g} = \frac{135}{0,3705} = 364,37$ W

g- Déduire la puissance totale P_t (en W) nécessaire pour entraîner les trois modules de translation verticale : 1 /1pt

$P_t = 3 \times P_{vf} = 3 \times 364,37$ W
 $P_t = 1093,11$ W

h- Déterminer, en considérant le rendement de l'accouplement élastique $\eta_0 = 1$, la puissance mécanique P_m (en kW) du moteur à fournir aux trois modules de translation verticale : 1 /1pt

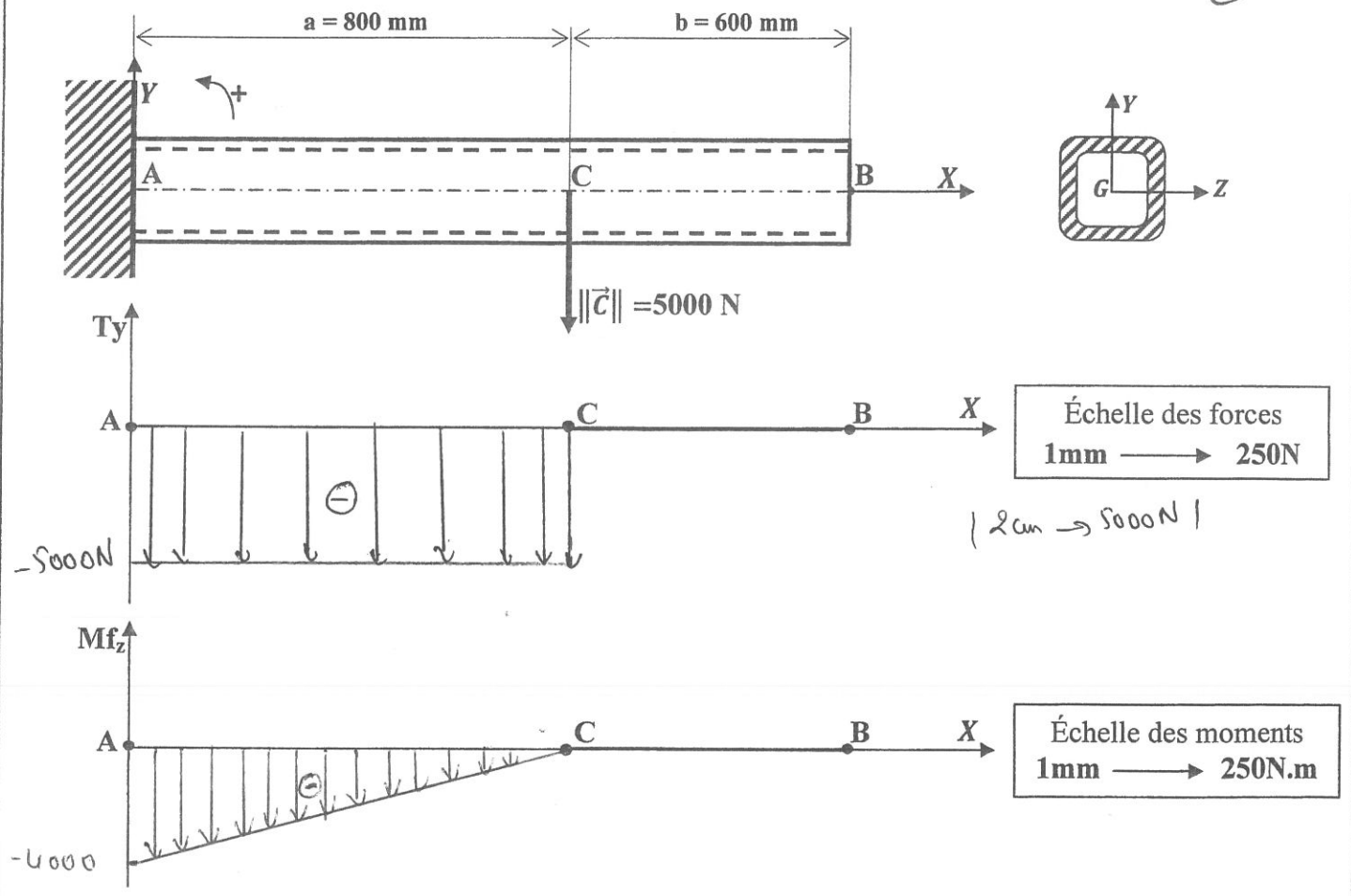
on a $\eta_0 = \frac{3 P_{vf}}{P_m} \Rightarrow \eta_0 = \frac{P_t}{P_m}$ alors $P_m = P_t = 1093,11$ W
 $P_m = 0,1093$ kW

i- Choisir, à partir du DRES page 16/18, la désignation du moteur électrique convenable : 1 /1pt

alors on va choisir "LS 80 11" avec

Tâche 2.2 : En utilisant les hypothèses du DRES page 16/18 et la modélisation, figure page suivante, de l'encastrement de la fourche (22), on vous demande de :

- a- Calculer la force $\|\vec{A}\|$ (en N) et le moment M_A (en N.m) exercés par l'encastrement en A : 1 /1pt
- PFs/A $\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Rightarrow \vec{C} + \vec{A} = \vec{0} \Rightarrow -C + \vec{A} = 0$
 $\sum \vec{M}_{P, ext} = 0 \Rightarrow \vec{r}_{PA} \times \vec{C} = \vec{0} \Rightarrow \vec{r}_{PA} \times \vec{C} + \vec{r}_{PA} \times \vec{A} = \vec{0}$
 $A = C = 5000 \text{ N}$
 et $\vec{r}_{PA} \times \vec{C} \cdot \vec{a} = 0 \Rightarrow \vec{r}_{PA} \times \vec{C} = 0 \Rightarrow \vec{r}_{PA} \times \vec{C} + \vec{r}_{PA} \times \vec{A} = \vec{0}$
 $\|\vec{A}\| = 5000 \text{ N}$ et $M_A = 4000 \text{ N.m}$
- b- Donner, le long de la fourche (22), l'expression de l'effort tranchant T_y : 1 /1pt
- 1 cas : $\Rightarrow T_y(x) = -A = -5000 \text{ N}$
 $T_y(x) = C - A = 0$
- c- Donner, le long de la fourche (22), l'expression du moment de flexion M_{fz} : 1 /1pt
- 2 cas $M_{fz}(x) = +A \cdot x - \vec{r}_{PA} \times \vec{C}$ | $M_{fz}(x) = A \cdot x - \vec{r}_{PA} \times \vec{C} = A \cdot x - C(x-a)$
 $M_{fz}(0) = -4000 \text{ N.m}$ | $M_{fz}(a) = 0$
 $M_{fz}(a) = 0$ | $M_{fz}(b) = 0$
- d- Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment de flexion : 2 /2pts



- e- Déterminer, à partir de la condition de résistance en flexion et en prenant $M_{fzMax} = 4000 \text{ N.m}$, le module de flexion $\frac{I_{Gz}}{v}$ en cm^3 : 1 /1pt
- CDR/ $\sigma_{max} = \frac{M_{fzmax}}{I_{Gz}} \leq \sigma_p = R_{pe}$ avec $R_{pe} = \frac{460}{5} = 92 \text{ MPa}$
 alors $\frac{I_{Gz}}{v} \geq \frac{M_{fzmax}}{R_{pe}}$ | alors $\frac{I_{Gz}}{v} \geq \frac{4000 \times 10^3}{92}$
 $\frac{I_{Gz}}{v} \geq \frac{43147 \text{ N.m}^3}{92}$ | $\frac{I_{Gz}}{v} \geq 4680 \text{ cm}^3$
 $\frac{I_{Gz}}{v} \geq \frac{43147 \text{ N.m}^3}{92}$ | $\frac{I_{Gz}}{v} \geq 4680 \text{ cm}^3$
- f- Choisir, à partir du DRES page 16/18, le profil carré creux adéquat de la fourche (22) : 1 /1pt
- alors on va choisir 120x4

g- Déterminer la valeur de la **flèche maximale** sachant que le module d'élasticité du matériau de la fourche (22) est $E=210000 \text{ N/mm}^2$ et son moment d'inertie $I_{GZ}=403.10^4 \text{ mm}^4$: /1pt

on a $f_{max} = \frac{F \cdot a^2}{6 E I_{GZ}} (a - 3L)$

$f_{max} = -2,142 \text{ mm}$ 1

alors $f_{max} = \frac{5000 \times 800^2}{6 \times 210000 \times 403 \times 10^4} (800 - 3 \times 1600)$

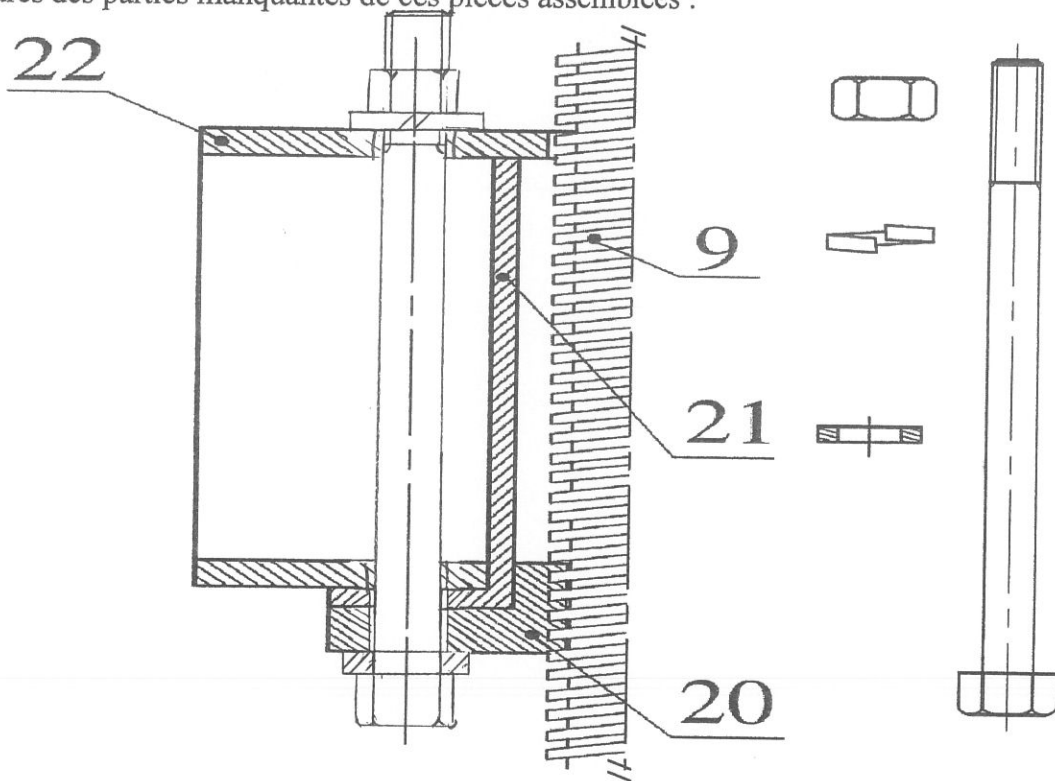
alors $f_{max} = \frac{5000 \times 800^2}{6 \times 210000 \times 403 \times 10^4} (800 - 4800)$

h- Conclure sur la rigidité de la fourche, vis-à-vis de la flèche limite admissible (DRES page 16/18): 0,5pt
on a $|f_{max}| \leq f_{limite}$ donc la fourche va résister.

Tâche 2.3 : Compléter, à l'échelle de représentation des pièces, la demi-vue en coupe en mettant en place :

a- La liaison complète démontable des pièces (20), (21) et (22) assurée par la vis, l'écrou, la rondelle plate (au niveau de la tête de la vis) et la rondelle **Grower** (au niveau de l'écrou) ; 2,5/3pts

b- Les hachures des parties manquantes de ces pièces assemblées : 1/1pt



SEV 03 :

Tâche 3.1 :

a- Citer trois types d'implantation des postes de production : /1,5pt

- implantation en ligne
- implantation en cellule
- implantation en parallèle

b- Parmi les méthodes d'implantation on trouve la méthode des chaînons.

b-1- Donner la signification du terme chaînon :

c'est le chemin de flux entre 2 postes de travail, la ligne entre des postes de travail.

b-2- Citer deux buts essentiels de cette méthode :

- ordonnancement des postes de travail
- Economie et gain de temps.

- c- Définir, dans le domaine de la production industrielle, les deux flux importants suivants :
- c-1- Le flux physique :
Le flux physique est un flux matériel, flux de pièces de postes de travail. /1pt
- c-2- Le flux d'informations :
C'est l'échange d'information entre poste de travail et un autre en utilisant des moyens de télécommunication. /1pt

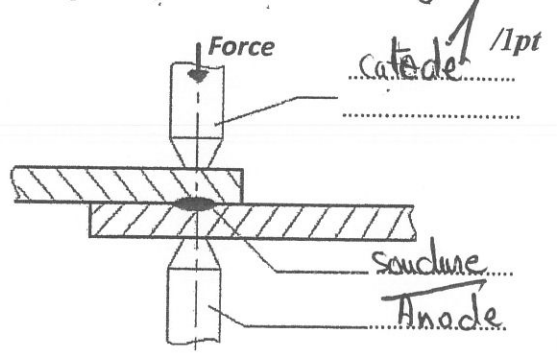
Tâche 3.2 : La fourche (22) sera réalisée en profil carré creux laminé. Aussi, sa liaison avec la table de guidage (18) est assurée par l'intermédiaire de l'équerre (17) et par soudage (voir DRES page 13/18) :

- a- Donner le principe du procédé de laminage :
Le laminage est le passage d'une pièce prismatique fréquemment recuée du poste d'obtention d'acier, cette pièce réchauffée jusqu'à une certaine température passe entre deux rouleaux auto-refroidis avec 2 sens de rotation différents. /1pt
- b- Citer les deux types du procédé de laminage :
laminage à froid
laminage à chaud /1pt
- c- Cocher (X) les réponses correctes relatives au procédé de laminage : /0,5 /1pt
- Les laminoirs permettent de produire des :

- Brames	X
- Lopins	
- Profilés	
- Flans	X

- d- Citer deux principaux procédés de soudage :
soudage à l'arc
soudage au chalumeau /1pt
- e- Donner la différence entre le soudage MIG et MAG :
La différence entre le soudage MIG et MAG s'agit d'une différence au niveau du gaz combustible. Le MIG utilise l'oxygène pur et le MAG l'argon. /1pt

f- Soit le schéma de principe du procédé de soudage ci-contre :



Compléter par la légende le schéma de principe et donner le nom de ce procédé de soudage :

Nom du procédé : soudage par résistance

Tâche 3.3 :

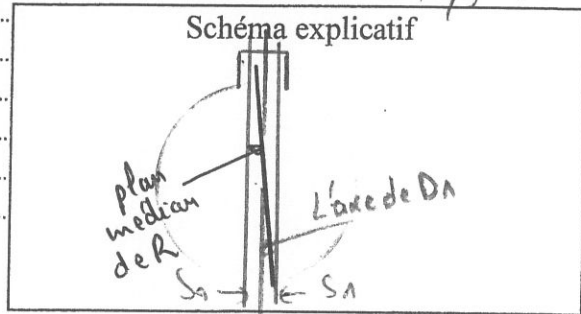
- a- Identifier et expliquer la désignation du matériau du moyeu (10) DRES page 17/18 :
fonte moule à graphite lame plane avec une résistance minimale à la rupture par extension de 150Npa. /2pts

b- À partir du dessin de définition du moyeu (10), soit la tolérance géométrique suivante : $R \pm 0,3 D_1$ /1pt

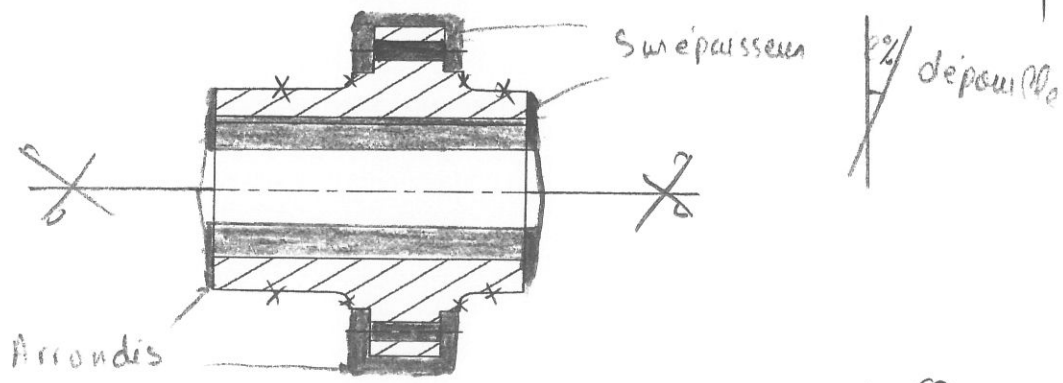
b-1- Mettre une croix dans la case correspondant à la réponse vraie. Il s'agit d'une :

Tolérance de forme	
Tolérance d'orientation	
Tolérance de position	X

b-2- Donner la signification de cette tolérance géométrique avec un schéma explicatif : 1,5 / 2pts
 Le plan médian de la rainure doit être entre
 2 surfaces parallèles distantes de 0,3 et
 disposées en pare-symétriquement par rapport à
 l'axe de D_1

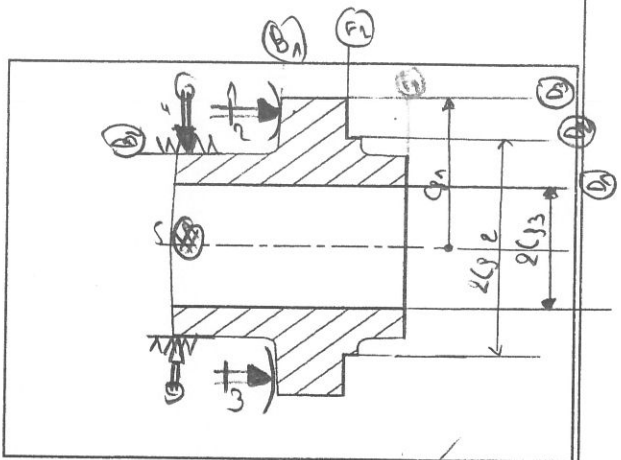


c- Compléter le dessin du brut capable du moyeu (10) en indiquant les surépaisseurs d'usinage, le plan de joint, les arrondis et les dépouilles, sachant que l'avant trou de D_1 provient brut du moulage : 4 / 4pts



Tâche 3.4 :

a- Indiquer sur le croquis de phase, ci-contre, relatif à la phase 20 du moyeu (10) DRES page 17/18 : 4 / 5pts



- a-1- La mise et le maintien en position de la pièce en utilisant les symboles de la première norme.
- a-2- Les cotes fabriquées dans cette phase (sans valeurs).

b- Mettre une croix dans les cases correctes relatives à l'opération d'usinage de D_1 : 0,5 / 2pts

Désignation de l'opération	L'outil utilisé	La machine utilisée	Le vérificateur
Chariotage	Couteau	Fraiseuse	Tampon lisse
Alésage	À aléser	Perceuse	Comparateur d'intérieur
Perçage	Foret	Tour	Pied à coulisse 1/20

c- Calculer, en tenant compte des DRES pages 17/18 et 18/18, le temps technologique T_t (en min) relatif à l'opération d'ébauche de D_1 (D_{1Eb}) : 2,0 / 3pts

- Déterminer la valeur de la course L (en mm) de l'outil :
 $L = l_c + 2e = 40 + 4 \text{ mm} = 44 \text{ mm}$ $L = 44 \text{ mm}$
- Calculer la vitesse d'avance de l'outil V_f (en mm/min) :
 $V_f = n \cdot f \cdot z = 1000 \cdot 0,2 = 200 \text{ mm/min}$
 avec $f = 0,1$ usinage intérieur $V_f = 200 \text{ mm/min}$
- Calculer le temps technologique T_t (en min) :
 $T_t = \frac{L}{V_f} = \frac{44}{200} = 0,22 \text{ min}$ $T_t = 0,22 \text{ min}$

d- On désire, en se basant sur la puissance de coupe utile à l'ébauche de D_1 ($D_{1éb}$) et en tenant compte des conditions de coupe DRES page 18/18, choisir la machine capable de réaliser cette opération: (4/4pts)

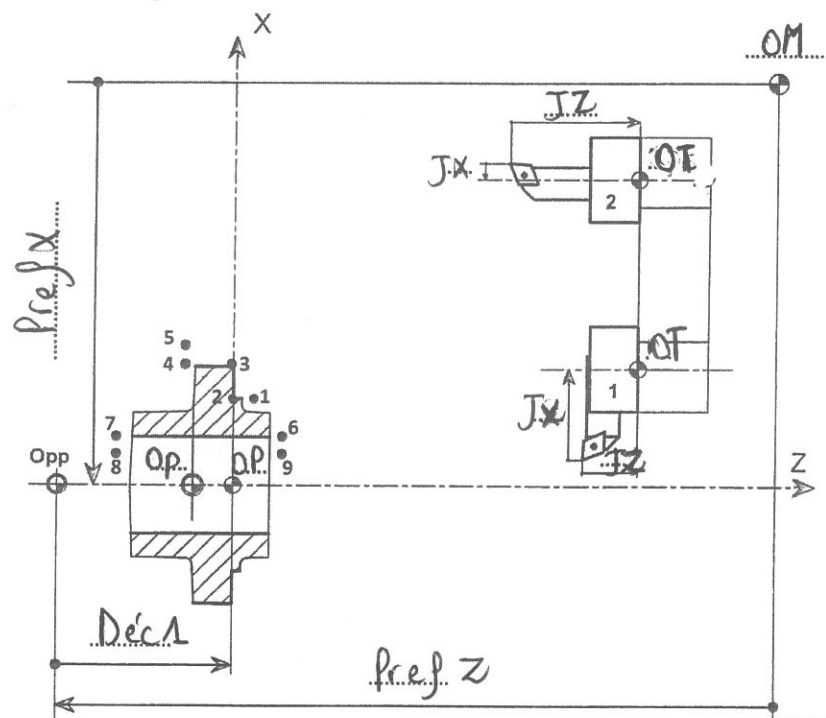
d-1- Calculer la puissance utile à la coupe P_u (en kW):
 $F_c = K_c \cdot a_p = 230 \cdot 2 \cdot 0.2 \cdot 10 = 920 \text{ N}$ alors $F_c = 920 \text{ N}$
 alors $P_u = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{920 \cdot 2760}{60} = 2760 \text{ W}$ alors $P_u = 2.76 \text{ kW}$
 $P_u = 2.76 \text{ kW}$

d-2- Déduire la puissance à fournir par le moteur de la machine P_m (en kW):
 $\eta = \frac{P_u}{P_m} \Rightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta} = \frac{2.76}{0.18} = 3.45 \text{ kW}$
 $P_m = 3.45 \text{ kW}$

d-3- Choisir la référence de la machine adéquate:
 alors on va choisir "TR 04"

e- La machine choisie est à commande numérique deux axes. On va se limiter ici à l'étude du programme partiel du profil en finition des surfaces D_2 , F_1 , D_3 et D_1 (DRES pages 17/18 et 18/18). Pour cela:

e-1- Placer, sur le schéma ci-dessous, les origines O_m , O_p , O_P , les $PREF_x$ et $PREF_z$, le DEC_{1z} et les jauges J_x et J_z et OT pour les deux outils:



3 /3pts

e-2- Compléter, en mode absolu G90 et en utilisant le DRES pages 17/18 et 18/18, le tableau, ci-contre, par les coordonnées des points (profils finition) des cycles chariotage/dressage (D_2 et F_1), chariotage D_3 et alésage D_1 : (3,25pts)

Repère	X	Z
1	52	5
2	52	0
3	71.955	0
4	71.955	-15
5	75.955	-15
6	30.0135	-19
7	30.0135	-32
8	26.0135	-32
9	26.0135	-12

e-3- Compléter le programme, ci-dessous, des deux cycles d'usinage: (profils finition): (3,75pts)

```

% Phase 20
N10 G40 G80 G90 M05 M09
N20 G00 G52 X.0. Z...0.
N30 T.A D.A M06
N40 G97 S1000
N50 G96 S300 X.52 Z.S. N03.N07.N12
N60 G01 G95 G02 Z.0. F.1
N70 ..X.75.955.
N80 ..Z.-15.

N90 X.75.955
N100 G52 G00 X.0 Z.0 G.80
N110 T2 D2 N06
N120 G96 S150 X.30.0135 Z.19 M03 M07 M.42
N130 G.0.1 G.95. G41 Z.32 F.0.2
N140 ..X.26.0135
N150 ..Z.12.....
N160 G77 N10 N20
N170 N02
    
```