

الصفحة	1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة الاستدراكية 2021 - الموضوع -	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
18	RS 45		
***|	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT		
4h	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

- Présentation de l'épreuve et grille de notation : **page 1/18**
- Présentation du support : **pages 2/18 et 3/18**
- Substrat du sujet : **pages de 4/18 à 13/18**
- Documents réponses (**DREP**) : **pages de 5/18 à 13/18 (à rendre par le candidat)**
- Documents ressources (**DRES**) : **pages de 14/18 à 18/18**

Volet 1 : Présentation de l'épreuve

Système à étudier : **Enrubanneuse automatique des colis en carton ;**

Durée de l'épreuve : **4 heures ;**

Coefficient : **8 ;**

Moyen de calcul autorisé : **Calculatrice non programmable ;**

Documents autorisés : **aucun ;**

Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents réponses (**DREP**) prévus à cet effet.

GRILLE DE NOTATION :

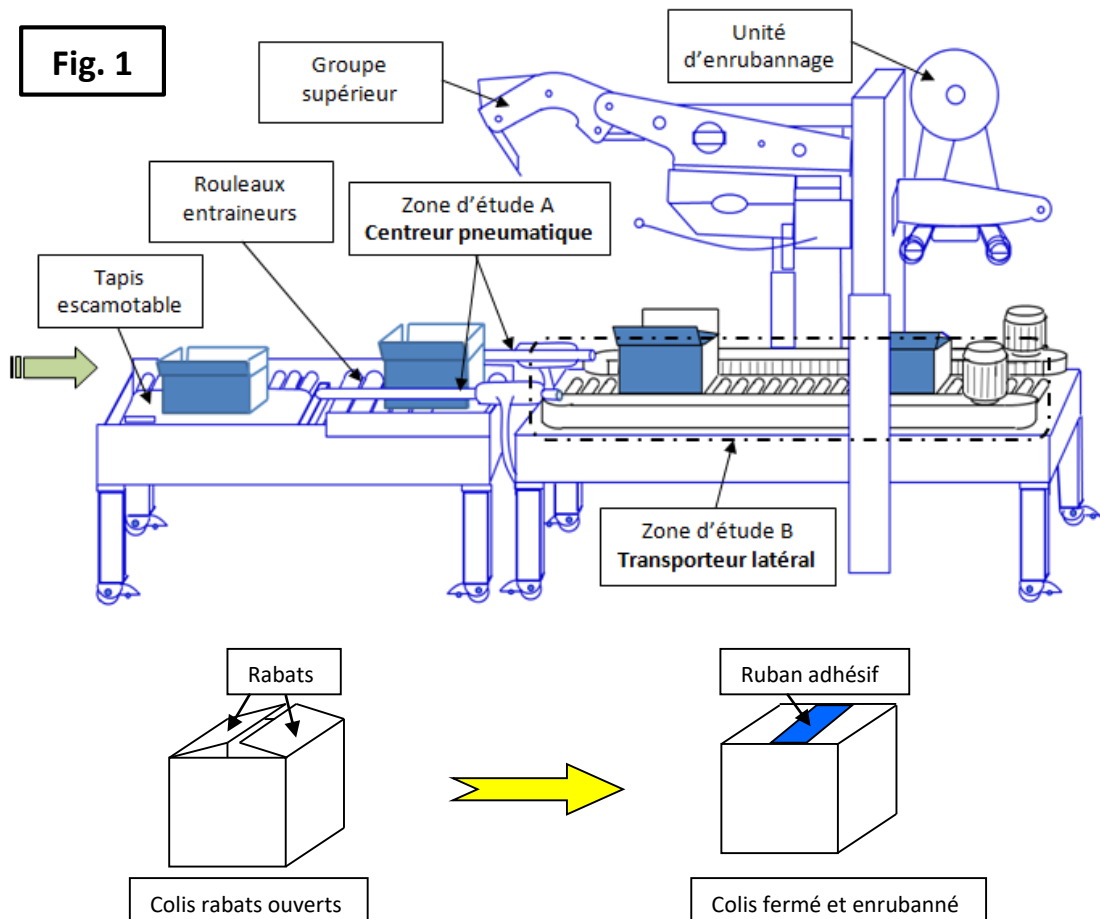
SITUATION D'ÉVALUATION 1		SITUATION D'ÉVALUATION 2		SITUATION D'ÉVALUATION 3	
TACHE 1.1		TACHE 2.1		TACHE 3.1	
a	1 pt	a	1,5 pt	a	2 pts
b	3,5 pts	b	1 pt	b	2 pts
c	2 pts	c	2 pts	c	1,5 pt
d	1 pt	d	1 pt	d	1 pt
e	2 pts	TACHE 2.2		TACHE 3.2	
TACHE 1.2		a	1 pt	a	3,5 pts
a	2,5 pts	b	1 pt	b	1 pt
b	1,5 pt	c	1,5 pt	c	5,5 pts
c	2 pts	d	1,5 pt	d	2,5pts
d	3 pts	e	1,25 pt	e	5 pts
		f	0,75 pt	f	4 pts
		TACHE 2.3		TACHE 3.3	
		a	1 pt	a	2 pts
		b	1 pt	b	2 pts
		c	2,5 pts	TACHE 3.4	
		d	1,5 pt	a	3 pts
		e	1 pt	b	1 pt
				c	6 pts
Total SEV1	18,5 pts	Total SEV2	19,5 pts	Total SEV3	42 pts
TOTAL : /80 Points					

Volet 2 : Présentation du support

Mise en situation :

L'enrubannage est l'action d'entourer, avec un ruban adhésif, un colis en carton ; cette opération est devenue une nécessité de la chaîne de production. Les solutions proposées de nos jours vont des systèmes mécanisés aux systèmes totalement automatisés.

Le système proposé pour l'étude est une enrubanneuse automatique de colis ; elle a pour rôle de fermer et enrubanner les colis en carton. Elle permet la production à une cadence de **300** colis par heure.



Description et principe de fonctionnement de l'enrubanneuse de colis (Fig. 1 et Fig. 2) :

- Au départ, les colis **rabats ouverts** arrivent du côté gauche, un à un, sur le tapis escamotable (**Fig. 1**) ;
- Les rouleaux entraînent les colis vers le centreur pneumatique ;
- Lorsqu'un colis est détecté par un capteur de présence de colis, il est aligné et centré par deux bras **2** et **3** actionnés par un vérin double effet **5**, voir **Fig. 2** page (**3/18**) ;
- Les transporteurs latéraux guident et transportent les colis vers l'unité d'enrubannage ;
- Les colis en carton sont ensuite fermés, rabattus et enrubannés ;
- L'enrubannage se réalise par la pose du ruban adhésif sur le colis fermé et rabattu.

L'étude se limitera :

- **Au Centreur pneumatique ;**
- **Aux Transporteurs latéraux.**

A- Centreur pneumatique : Centrage des colis voir Fig. 2 page (3/18).

Le centreur pneumatique est constitué d'un vérin à double effet **5** et deux bras centreur (gauche **2** et droit **3**) qui assurent le centrage du colis rabats ouverts sur les rouleaux entraîneurs.

الصفحة	4	RS 45	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2021 - الموضوع - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية
18			

Volet 3 : Substrat du sujet

Situation d'évaluation 1	Analyse fonctionnelle et technique des solutions constructives retenues dans l'enrubanneuse automatique des colis en carton	18,5 points
-------------------------------------	--	--------------------

Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle et technique des solutions constructives retenues.

Pour appréhender le fonctionnement de l'enrubanneuse automatique et analyser les solutions constructives retenues dans le transporteur latéral et le centreur pneumatique, et en se référant à la page (2/18) et aux DRES pages (14/18 et 15/18), répondre aux questions des DREP pages (5/18 et 6/18).

Tâche 1.2 : Étude technique du système centreur pneumatique.

En se référant au schéma Fig. 2 et Fig. 3 page (3/18), on souhaite étudier le schéma cinématique du transporteur latéral et, par la suite, améliorer la solution constructive retenue dans le centreur pneumatique. Pour ce faire, répondre aux questions des DREP pages (6/18 et 7/18).

Situation d'évaluation 2	Recherche de la masse limite du colis, Choix du moteur électrique optimal et vérification de la résistance à la déformation de l'axe de pivotement 4	19,5 points
-------------------------------------	---	--------------------

Tâche 2.1 : Recherche de la masse limite du colis

En tenant compte de la pression d'alimentation du vérin pneumatique 5, on souhaite déterminer la masse limite du colis à centrer. Pour ce faire, en se référant au DRES page (15/18), répondre aux questions du DREP page (8/18).

Tâche 2.2 : Choix du moteur électrique optimal d'un transporteur latéral

Deux colis sont tirés par deux bandes latérales, chacune reçoit la puissance mécanique de rotation via une chaîne de transmission, actionnée par un moteur électrique. Pour le choix optimal du moteur et en se référant à la chaîne de transmission de puissance Fig. 3 page 3/18 et DRES pages (15/18 et 16/18), répondre aux questions des DREP pages (8/18 et 9/18).

Tâche 2.3 : Vérification de la résistance à la déformation de l'axe de pivotement 4

Pendant la phase de centrage du colis, l'intensité de l'action mécanique appliquée par ce dernier sur le bras centreur 2 sollicite l'axe de pivotement 4 à la torsion DRES page (14/18). On doit donc vérifier sa résistance à la déformation imposée par la condition de rigidité. En tenant compte des données et des hypothèses du DRES page (16/18), répondre aux questions du DREP page (9/18).

Situation d'évaluation 3	Analyse du dessin de définition et du brut, étude et élaboration de quelques éléments du dossier de fabrication de l'axe de pivotement 4.	42 points
-------------------------------------	--	------------------

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition et du brut.

En se référant au DRES page (17/18), répondre aux questions du DREP page (10/18).

Tâche 3.2 : Étude de la phase 40 sur machine conventionnelle.

En se référant au DRES page (17/18), répondre aux questions des DREP pages (10/18, 11/18 et 12/18).

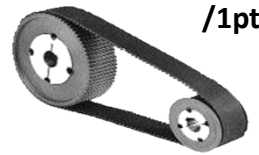
Tâche 3.3 : Étude de la phase de traitement thermique 70.

En vue d'améliorer l'aptitude à l'emploi de l'axe de pivotement 4, une amélioration de la dureté s'avère nécessaire. En se référant au DRES page (18/18), répondre aux questions du DREP page (12/18).

Tâche 3.4 : Étude de la phase 40 sur machine à commande numérique.

En vue d'améliorer davantage la productivité et la précision des pièces fabriquées, on décide de réaliser l'axe de pivotement 4 sur un tour à commande numérique, par programmation manuelle. En se référant aux DRES pages (17/18 et 18/18), Répondre aux questions des DREP pages (12/18 et 13/18).

d. Quel est l'avantage de la transmission de la puissance mécanique de rotation par le système poulies-courroies synchrones (crantées) : /1pt



e. Compléter le tableau par les noms et les rôles des pièces **DRES** pages (14/18 et 15/18) : /2pts

Pièces	Nom	Rôle
6
8
13
21

Tâche 1.2 : Étude technique du système centreur pneumatique.

a. Compléter, en se référant à la chaîne de transmission Fig. 3 page 3/18, le schéma cinématique minimal du transporteur latéral : /2,5pts

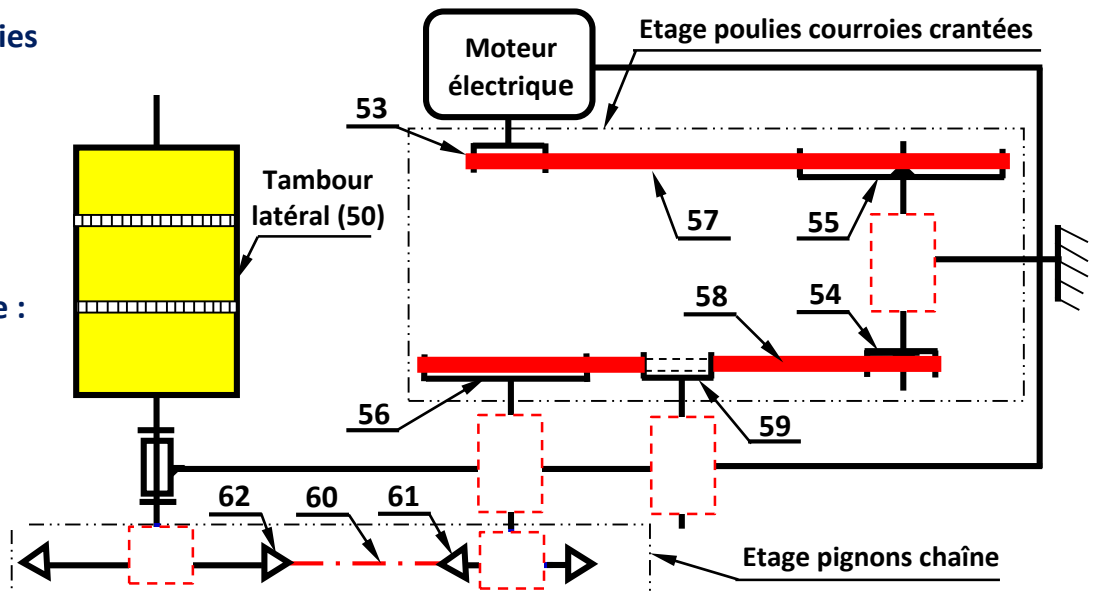
◆ **Etage poulies courroies crantées :**

- $Z_{53} = 18$ dents
- $Z_{55} = 72$ dents
- $Z_{54} = 15$ dents
- $Z_{56} = 60$ dents

◆ **Etage pignons chaîne :**

- $Z_{61} = 16$ dents
- $Z_{62} = 48$ dents

◆ **Diamètre du tambour latéral $d_{50} = 192$ mm**



b. Remplir, en se référant au **DRES** page (14/18), les tableaux suivants par les degrés de liberté (1 ou 0), les noms et les symboles des liaisons indiquées : /1,5pt

Liaison L4/1			
Tx	...	Rx	...
Ty	...	Ry	...
Tz	...	Rz	...
Nom :			
Symbole :			

Liaison L6/4			
Tx	...	Rx	...
Ty	...	Ry	...
Tz	...	Rz	...
Nom :			
Symbole :			

Liaison L2/4			
Tx	...	Rx	...
Ty	...	Ry	...
Tz	...	Rz	...
Nom :			
Symbole :			

c. Compléter le tableau suivant, par **serré** ou **glissant**, pour l'ajustement relatif au montage des roulements 8 ; et ensuite **noircir** les arrêts latéraux correspondant à la solution adoptée **DRES** page (14/18) : /2pts

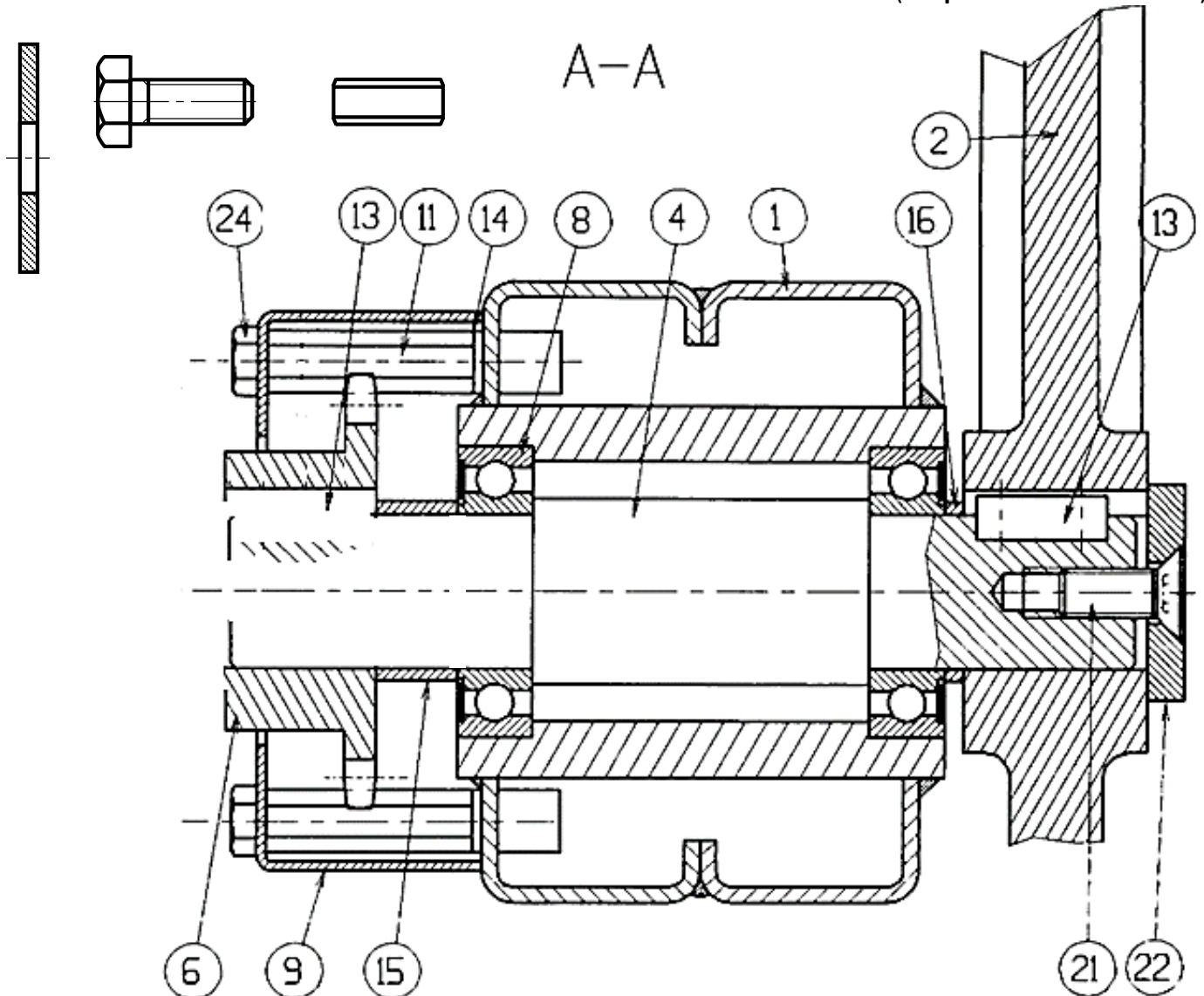
	Bague intérieure du roulement 8	Bague extérieure du roulement 8
Axe de pivotement 4		X
Châssis (Moyeu 1)	X	

d. Modification de la solution constructive entre le pignon 6 et l'axe de pivotement 4 :

La solution du montage du pignon 6 sur l'axe de pivotement 4 a été jugée inadéquate en raison des fréquences de pannes élevées qu'elle engendre auprès des clients. Le service maintenance avise les concepteurs de modifier cette solution par une autre plus fiable, sans modifier les dimensions des autres pièces. Pour cela, on vous demande de participer à cette amélioration de la solution existante **DRES** page 14/18.

Représenter la liaison complète entre le pignon 6 et l'axe de pivotement 4 en utilisant la rondelle **plate**, la **clavette parallèle type B** et la **vis H**. /3pts

NB : les dimensions des éléments dessinés ci-dessous sont à l'échelle du dessin (**Respecter ces dimensions**) :



Situation d'évaluation 2	/19,5 pts
---------------------------------	------------------

Tâche 2. 1 : Calcul de la masse limite du colis à center.

Se référer à la page (3/18) et aux données du *DRES* page (15/18).

- a. Calculer l'intensité $F_{5/2}$ (en **N**) de la force développée par le vérin 5 sur le bras centreur 2 : **/1,5pt**
-
-
-
- b. Calculer, en appliquant la relation d'équilibre du bras centreur 2 ($F_{5/2} \times a = F_{C/2} \times b$) ; la valeur de l'intensité de $F_{C/2}$ (en **N**), appliquée par le colis sur le bras centreur 2 (prendre $F_{5/2} = 480 \text{ N}$) : **/1pt**
-
-
-
- c. Calculer, en projetant l'équation vectorielle de l'équilibre strict du colis sur l'axe \vec{x} , l'effort tangentiel $T_{R/C}$ (en **N**) et en déduire l'intensité de l'effort normal $N_{R/C}$ (en **N**). (On donne $\text{tg}\varphi = f = \frac{T_{R/C}}{N_{R/C}}$) **/2pts**
-
-
-
- d. Calculer, en projetant l'équation vectorielle de l'équilibre strict du colis sur l'axe \vec{y} , le poids P (en **N**) du colis et en déduire la valeur limite de sa masse M (en **kg**) : **/1 pt**
-
-
-

Tâche 2.2 : Choix du moteur électrique optimal d'un transporteur latéral.

Se référer à la Fig. 3 page (3/18), au schéma cinématique page (6/18) et aux *DRES* pages (15/18 et 16/18).

- a. Calculer l'effort tangentiel F_t (en **N**), appliqué par le tambour latéral 50 sur la bande latérale, capable de déplacer le colis. **/1pt**
-
-
-
- b. Déterminer, en prenant $F_t = 1042 \text{ N}$, la puissance utile P_u (en **W**), générée au niveau du tambour latéral 50, capable de déplacer le colis à la vitesse V_{bande} : **/1pt**
-
-
-
- c. Calculer la vitesse de rotation ω_{50} (en **rad/s**) du tambour latéral 50, sachant que son diamètre $d_{50} = 192 \text{ mm}$, et en déduire sa fréquence de rotation N_{50} (en **tr/min**) : **/1,5pt**
-
-
-

d. Déterminer, en utilisant les données du synoptique de la chaîne de transmission de puissance mécanique, le rapport de transmission $K = \frac{N_{50}}{N_M}$ et en déduire la fréquence de rotation N_M (en **tr/min**) de l'arbre moteur :

/1,5pt

e. Calculer le rendement global η_g de la chaîne de transmission de la puissance et déduire, en prenant $P_u=365$ **W**, la puissance mécanique P_M (en **kW**) du moteur :

/1,25pt

f. Compléter le tableau suivant, en se référant au **DRES** (page 16/18), par les caractéristiques du moteur électrique optimal :

/0,75pt

Type du moteur	Puissance P_M (en kW)	Fréquence de rotation (en tr/min)
.....

Tâche 2.3 : Vérification de la résistance à la déformation de l'axe de pivotement 4.

Se référer à la **Fig. 3** page (3/18) et **DRES** page (16/18)

a. Calculer le moment de torsion M_t (en **N.m**) résultant de la force $F_{C/2}$ par rapport à l'axe de pivotement (4) :

/1pt

b. Écrire, en tenant compte du coefficient kt , l'expression littérale de la condition de résistance à la torsion dans une section droite de l'axe de pivotement (4) :

/1pt

c. Déterminer le diamètre minimal d (en **mm**) de l'axe de pivotement (4), (prendre $M_t = 64$ **N.m**) :

/2,5pts

d. Calculer l'angle unitaire de torsion θ (en **rad/mm**) en prenant $d_4 = 24$ **mm**. Le module d'élasticité transversal de l'arbre est $G = 8 \cdot 10^4$ **N/mm²** :

/1,5pt

e. Vérifier la condition de rigidité à la torsion de l'axe de pivotement (4) et conclure :

/1pt

Situation d'évaluation 3

/42 pts

Tâche 3.1 : Se référer au *DRES* page (17/18)

a. Compléter le tableau suivant relatif à la désignation du matériau de l'axe de pivotement (4) : /2pts

	Type d'acier	% de carbone	% de chrome
41 Cr 4

b. Compléter le tableau suivant relatif à la spécification géométrique proposée : /2pts

	Nom de la spécification	Type de la spécification	Interprétation				
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">D2</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">⊥</td> <td style="padding: 2px;">∅0,08</td> <td style="padding: 2px;">F2</td> </tr> </table>	D2	⊥	∅0,08	F2
D2	⊥	∅0,08	F2				

c. Donner la signification de la spécification suivante **M8 × 1,25** : /1,5pt

M : **8** :

1,25 :

d. Donner le principe du procédé d'obtention du brut de l'axe de pivotement (4), sachant qu'il est obtenu par étirage : /1pt

.....

Tâche 3.2 : Se référer au *DRES* page (17/18)

a. Compléter le tableau suivant relatif à la réalisation des surfaces indiquées, en précisant le nom de, l'opération, l'outil de finition et la machine-outil : /3.5pts

Surface(s)	Nom de l'opération	Nom de l'outil	Nom de la machine
(D3, F4)
C3	
G2	

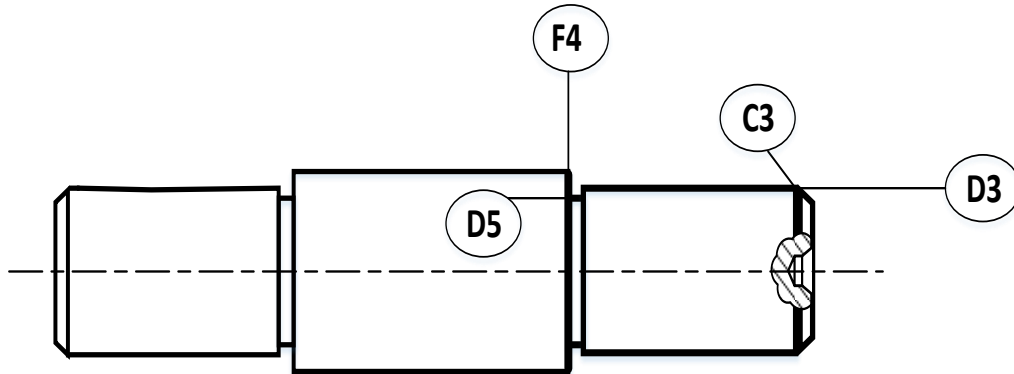
b. Spécifier les deux spécifications (dimensionnelle et géométrique) relatives à la surface **D3** : /1pt

.....

.....

c. Compléter le croquis de la **phase 40** ci-dessous : /5.5pts

- Mettre en place les symboles technologiques de mise en position ;
- Dessiner les outils en position de travail ;
- Installer les cotes fabriquées sans les chiffrer.



d. Calculer, en se référant au **DRES** page (17/18), le temps technologique **Tt** (en **min**) relatif à l'usinage de **D3** en ébauche ($\varnothing 25,2$), prendre l'engagement $e = 2 \text{ mm}$: /2,5pts

$V_f =$

.....

$L_c =$

$T_t =$ $T_t =$

e. Etude de la géométrie de l'outil réalisant la gorge **G2 DRES** page (17/18) : /5pts

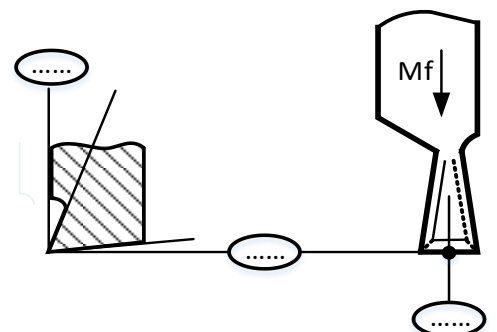
e.1. Donner l'orientation de l'arête de l'outil ci-dessous :

.....



e.2. Installer sur le croquis ci-contre :

- Les plans de l'outil, référentiel en main, (**Pr**, **Ps**, **Pf** et **Pn**) ;
- Les angles de faces orthogonales (α_o , β_o et γ_o) ;
- L'angle de direction d'arête **Kr** et l'angle d'inclinaison d'arête λ_s .



f. Validation de la machine choisie pour réaliser l'ébauche de **D₃**, sachant que celle-ci développe, au niveau de son moteur, une puissance **P_m = 4 kW** et son rendement est **η = 0,8** voir **DRES** page (17/18) : /4pts

f.1. Calculer l'effort de coupe **F_c** (en **N**) :

.....

f.2. Déterminer la puissance de coupe **P_c** (en **W**) :

.....

f.3. Déduire la puissance **P_{mf}** (en **kW**) à fournir par le moteur de la machine :

..... **P_{mf}**=.....

f.4. Conclure sur la validation de la machine choisie :

.....

Tâche 3.3 : Se référer au **DRES** page (17/18)

En vue d'améliorer les caractéristiques mécaniques de l'axe de pivotement **4**, une augmentation de la dureté s'avère nécessaire. La dureté recherchée est de **50HRC**. Pour atteindre cet objectif, on effectue à la pièce une trempe à **850°C** suivie d'un revenu.

a. Donner la signification de **50HRC** :

/2pts

50 :

HRC :

b. Compléter le tableau suivant, en se référant au diagramme **TRC** du **DRES** page (18/18), en précisant la température (en **°C**) et le temps (en **s**) du début de la transformation de l'austénite, la proportion de chaque constituant micrographique et la durée (environ) de refroidissement à la fin du traitement thermique.

/2pts

Début de la transformation de l'austénite		Fin du traitement thermique	
Température θ (en °C) (Environ)	Temps (en s) (Environ)	Constituants micrographiques en pourcentage %	La durée (environ) de refroidissement (en s)
.....

Tâche 3.4 : Étude de la phase 40 sur machine à commande numérique.

On se limitera uniquement à l'étude du programme partiel du profil des surfaces (**C3, D3, F4**) relatif à la phase 40.

a- Compléter le tableau des coordonnées du profil (les points de 1 à 4) en mode absolu **G90**, en tenant compte du croquis page (13/18) et en utilisant **DRES** page (17/18) : /3pts

	1	2	3	4
X (sur le ∅)	15,2	.....	.....	.....
Z	.....	.....	.....	- 45

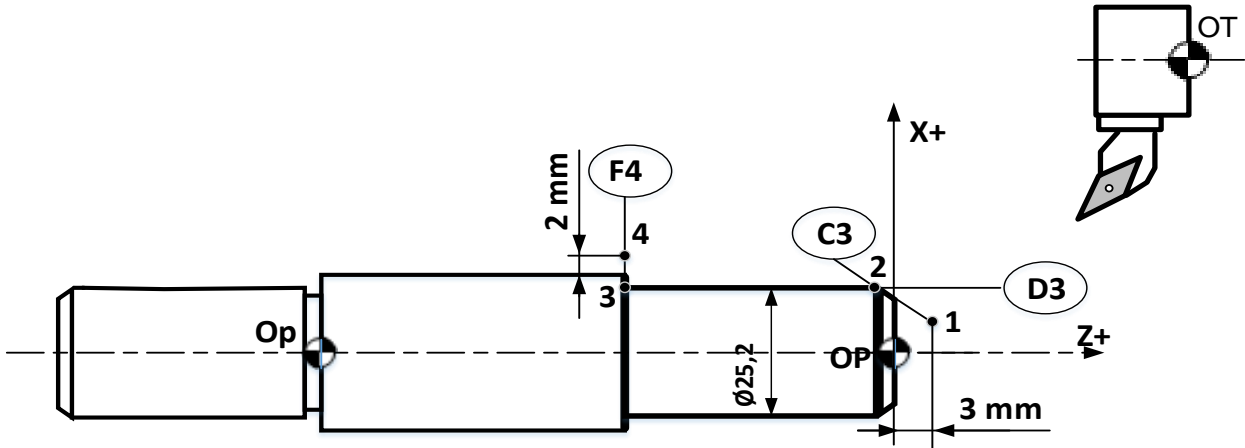
b- Donner la valeur de DEC1 :

/1pt

.....

c- Compléter le programme du profil (les points de 1 à 4) suivi d'un retour au point **Op**, **DRES** page (18/18) et le tableau des coordonnées ci-dessus **page 12/18** :

/6pts



% Phase 40

N10 G80 G90 G40 M05 M09

N20 G00 G52 X0 Z0

N30 T.....D.....M.....

N40 G97 S.....M..... M.....

N50 (point 1)

N60 G01..... (point 2)

N70 (point 3)

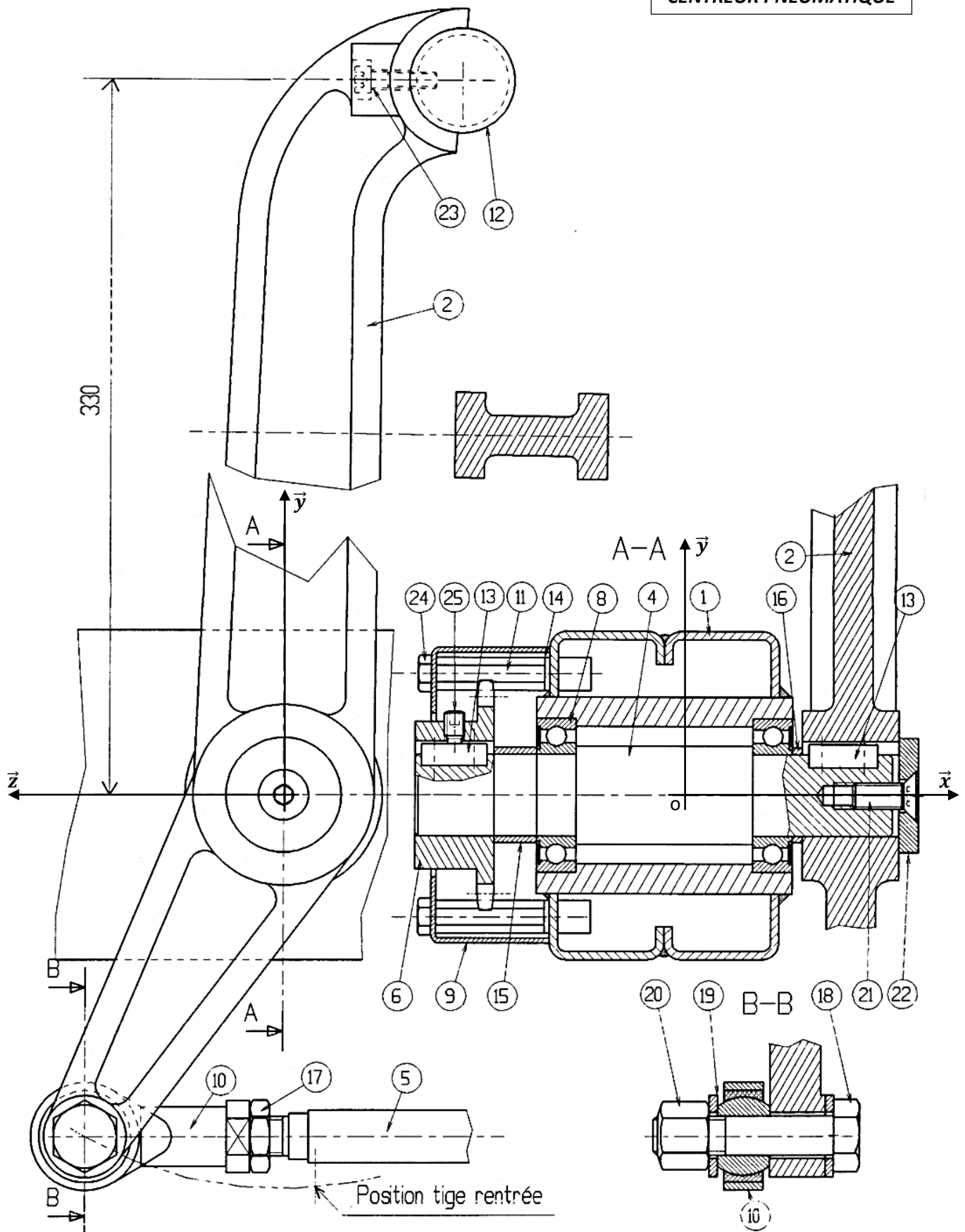
N80 (point 4)

N90

N100

Volet 4 : Documents ressources (DRES)

CENTREUR PNEUMATIQUE

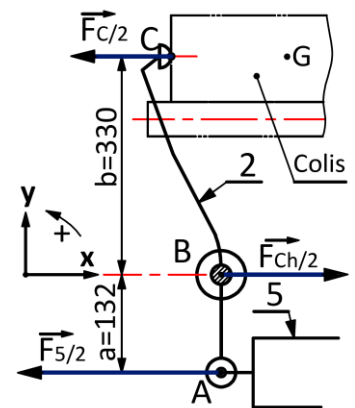


13	4				
12	2	Tube	25	2	Vis de pression HC, M6-10 à téton court
11	4	Entretoise hexagonale	24	4	Vis H M6-15
10	1	Embout de vérin	23	4	Vis CHc M5-20/15
9	1	Carter de chaîne	22	2	Rondelles spéciales
8	4	.....	21	2	Vis à tête fraisée à six pans creux M8-20
7	1	Chaîne 06B-1	20	1	Ecrou HFR, M12
6	2		19	2	Rondelle M12
5	1	Tige du vérin pneumatique à double effet	18	1	Vis H, M12- 55/22
4	2	Axe de pivotement	17	1	Ecrou HM- M12
3	1	Bras centreur droit	16	2	Bague
2	1	Bras centreur gauche	15	2	Entretoise
1	1	Châssis (Moyeu)	14	4	Rondelle ø6
Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation

Données pour la tâche 2.1

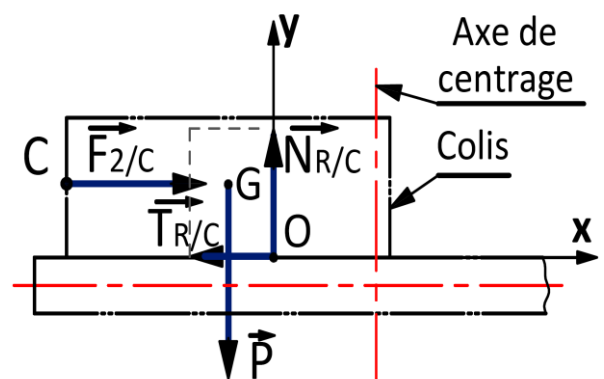
Bilan d'actions mécaniques appliquées au bras 2 et relation d'équilibre :

- La pression pneumatique d'alimentation du vérin pneumatique 5 est
 $P_v = 6 \text{ bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$;
- Le diamètre intérieur du vérin pneumatique 5 est $d = 32 \text{ mm}$;
- Le rendement du vérin 5 est : $\eta_v = 1$
- La relation d'équilibre strict du bras centreur 2 est : $F_{5/2} \times a = F_{C/2} \times b$;



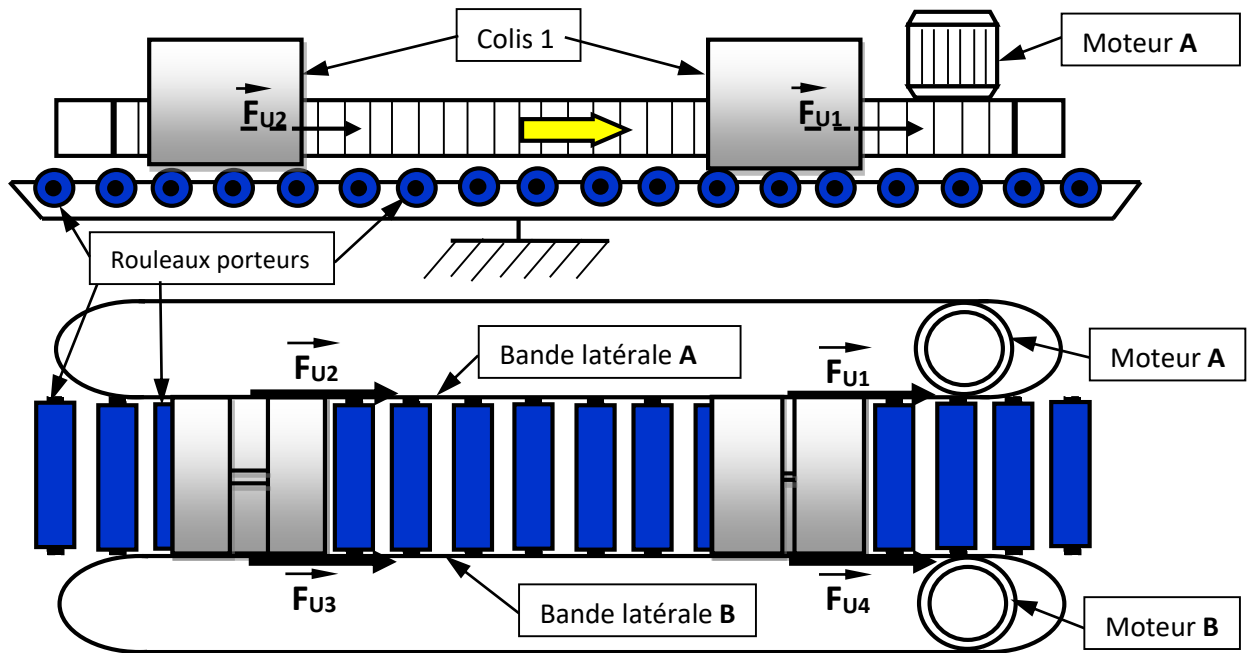
Bilan d'actions mécaniques appliquées au colis et relations d'équilibre :

- \vec{P} : représente le poids du colis ;
- $\vec{F}_{2/C}$: représente la force appliquée par le bras centreur sur le colis ;
- $\vec{T}_{R/C}$: représente la composante tangentielle de la force appliquée par les rouleaux entraîneurs sur le colis ;
- $\vec{N}_{R/C}$: représente la composante normale de la force appliquée par les rouleaux entraîneurs sur le colis ;
- L'équation vectorielle de l'équilibre strict du colis est :
 $\vec{F}_{2/C} + \vec{T}_{R/C} + \vec{N}_{R/C} + \vec{P} = \vec{0}$
- Le coefficient d'adhérence entre le colis et les rouleaux entraîneurs $\text{tg}\varphi = f = 0,48$.
- La relation entre $N_{R/C}$ et $T_{R/C}$ est : $\text{tg}\varphi = f = \frac{T_{R/C}}{N_{R/C}}$
- L'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$;

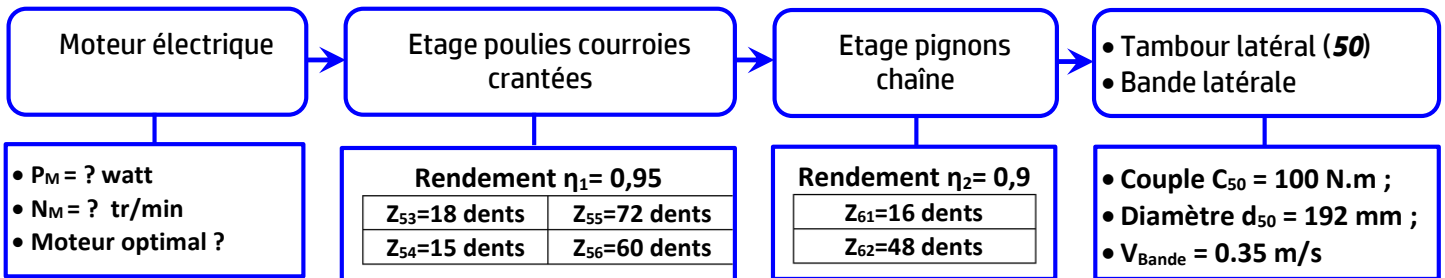


Données pour la tâche 2.2

- $\vec{F}_{U1}, \vec{F}_{U2}, \vec{F}_{U3}$ et \vec{F}_{U4} sont les forces utiles d'entraînement exercées par les bandes latérales de part et d'autre sur les deux colis engagés ;
- Les forces d'entraînement $\vec{F}_{U1}, \vec{F}_{U2}, \vec{F}_{U3}$ et \vec{F}_{U4} sont égales, parallèles et parfaitement alignées avec l'axe longitudinal de l'enrubanneuse ;
- L'enrubanneuse est géométriquement symétrique par rapport à son axe longitudinal ;
- Les forces d'entraînement sont fonction du poids de colis et des différents frottements, suivant la relation
 $\vec{F}_{U1} + \vec{F}_{U2} = \vec{F}_{U3} + \vec{F}_{U4} = \vec{F}_t$: (Voir schéma de la chaîne de transmission page (3/18)).



✓ Agencement de la chaîne de transmission de puissance mécanique :



✓ Tableau pour le choix du type du moteur électrique :

Type du moteur	63 S/4	63 L/4	71 S/4	71 L/4	80 S/4	80 L/4
Puissance P_m (en kW)	0,14	0,21	0,29	0,43	0,63	0,86
Fréquence de rotation (en tr/min)	1635	1660	1675	1680	1690	1650

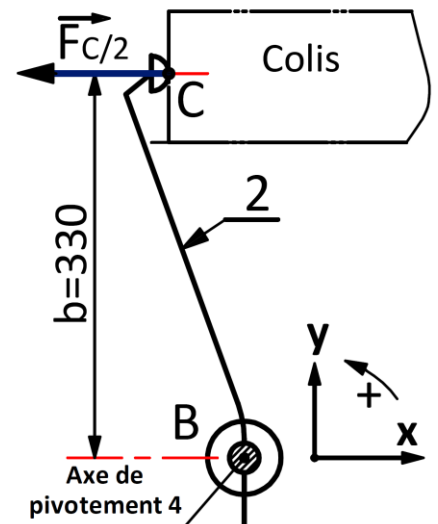
Données pour la tâche 2.3

Données et hypothèses :

L'intensité de l'action mécanique appliquée par le colis sur le bras centreur droit 2, lié complètement à l'axe de pivotement 4 est $F_{C/2} = 192$ N.

La distance entre la droite d'action de l'action $\vec{F}_{C/2}$ et le centre de rotation de l'axe de pivotement 4 est $b = 330$ mm ;

- L'axe de pivotement 4, assimilé à un arbre cylindrique plein de diamètre d , est en acier pour lequel $R_{eg} = 170$ N/mm² ;
- On adopte pour cette construction un coefficient de sécurité $s = 3,5$;
- Les singularités de formes au niveau de l'axe de pivotement 4 provoquent une concentration de contraintes estimée à $K_t = 2$;
- Le module de coulomb $G = 8.10^4$ N/mm² ;
- L'angle unitaire de torsion ne doit pas dépasser $\theta_{limite} = 1,65$ °/m = $2,75 \times 10^{-5}$ rad/mm ;
- Le poids des pièces liées à l'axe de pivotement 4 est négligé. Cet axe est guidé en rotation par deux paliers supposés sans frottement.

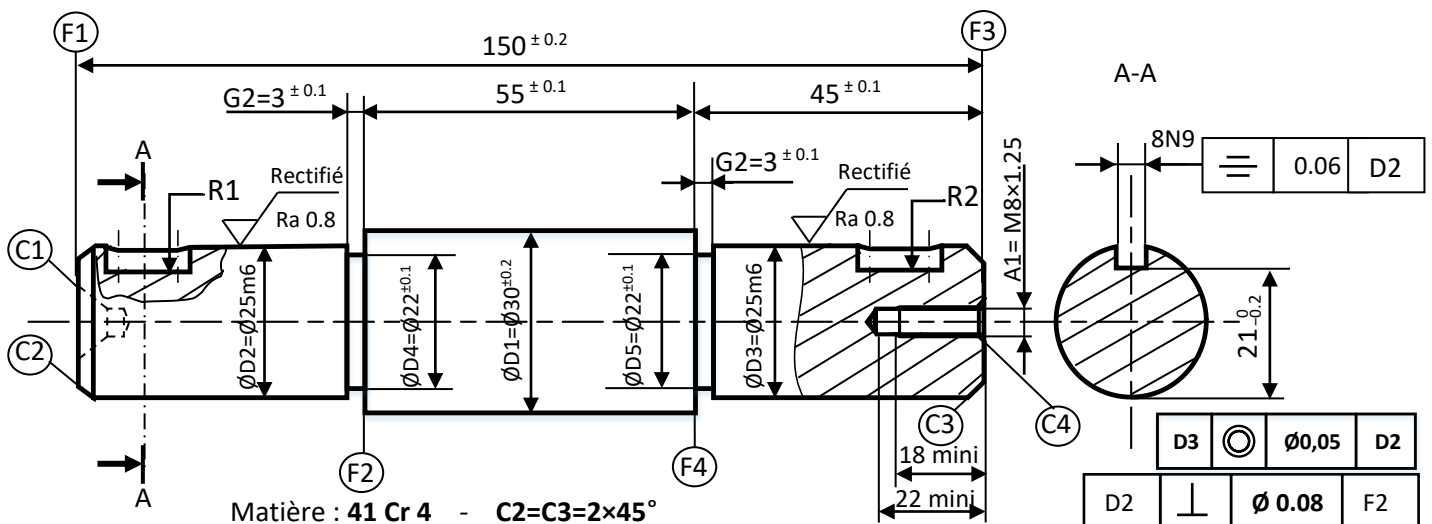


➤ **Données pour la Situation d'évaluation 3 :**

Les données de fabrication sont :

N° de phase	Désignation	Surfaces usinées
00	Contrôle de brut	<i>Etiré $\varnothing 32$, L= 156</i>
10	Tournage	F1_f, C1
20	Tournage	(D2, F2)_{eb, 1/2f}, C2, D1_f, G1
30	Tournage	F3_f, C4
40	Tournage	(D3, F4)_{eb, 1/2f}, C3, G2
50	Fraisage	R1, R2
60	Perçage-Taraudage	A1
70	Traitement thermique	
80	Rectification	D2_f, D3_f
90	Contrôle final	

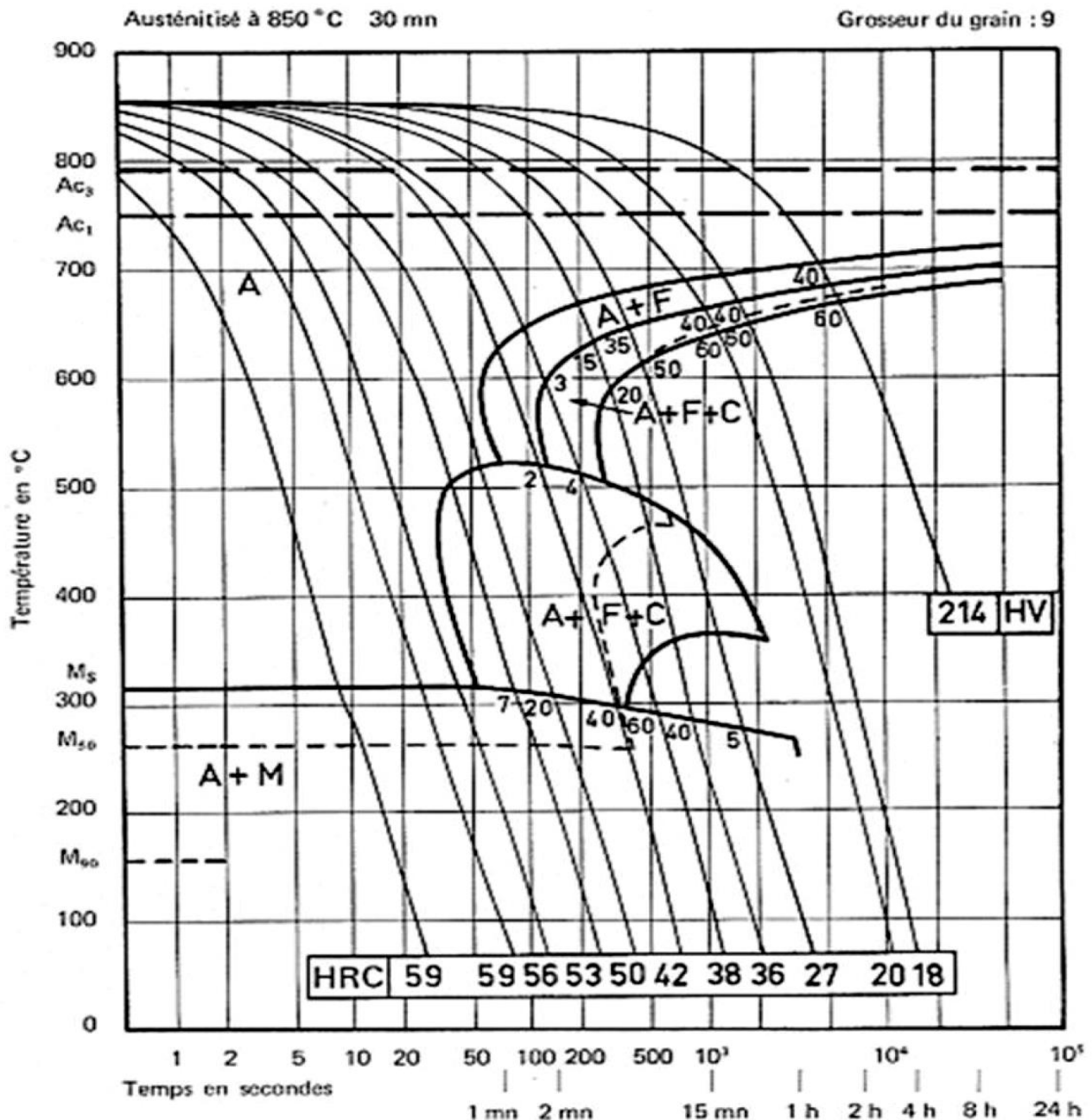
- **Programme de fabrication :** 100 pièces par mois pendant 3 ans ;
- **Parc machines-outils :** Tour parallèle, fraiseuse universelle, perceuse, four, rectifieuse, tour à commande numérique ;
- **Avant-projet d'étude de fabrication** ci-contre ;
- **Dessin de définition de l'axe de pivotement 4.**



➤ **Données pour la Tâche 3.2**

La vitesse de coupe Vc (en <i>m/min</i>)	L'avance f (en <i>mm/tr</i>)	La profondeur de passe a (en <i>mm</i>)	La pression spécifique Kc (en <i>N/mm²</i>)
135	0,2	2	2775

➤ Données pour la Tâche 3.3



➤ Données pour la Tâche 3.4 :

- Tableau des conditions de coupes :

La fréquence de rotation N (S)	L'avance f (F)	Outil	Gamme de fréquence
1000 tr/min	0,1 mm/tr	T02 D02	M41

- Tableau des fonctions G et M :

Fonctions G	Fonctions M
G41 : correction du rayon d'outil à gauche du profil	M02 : Fin du programme
G42 : correction du rayon d'outil à droite	M03 : Rotation de broche sens horaire
G77 : Appel inconditionnel de blocs	M04 : Rotation de broche sens trigonométrique
G92 : Limitation de la vitesse de broche	M06 : Changement d'outil
G95 : Vitesse d'avance en mm/tr	M08 : Arrosage N° 1
G96 : Vitesse de coupe avec S en m/min	M09 : Arrêt d'arrosage