

Date : 19/05/2022

Semestre 2

Examen d'Automatique

Conditionnement de produit en bouteilles

Un système de conditionnement de produit en bouteilles est constitué de trois postes et d'un tapis roulant muni de supports pour le maintien des bouteilles à intervalles réguliers (1 pas).

Le tapis se déplace simultanément devant les trois postes qui sont dans l'ordre :

- POSTE 1 : Remplissage de la bouteille.
- POSTE 2 : Fermeture de la bouteille par un bouchon.
- POSTE 3 : Contrôle de la fermeture.

Normalement, les trois opérations sont faites successivement, mais l'automatisme doit gérer aussi les trois postes simultanément en cas de présence d'une bouteille devant chaque poste. Il faut donc attendre la fin des trois opérations pour avancer d'un pas.

Le poste de chargement ne fait pas partie de l'étude et les bouteilles vides sont déposées automatiquement sur le tapis.

Chaque poste est équipé d'un capteur de présence de bouteille " p_i " ($i=1,2$ et 3). En cas d'absence de bouteille sur le poste considéré, l'opération correspondante ne sera pas réalisée.

Cycle de fonctionnement .

A partir de l'information du début de cycle et à condition que les vérins soient en position initiale rentrée, la chronologie des actions dans chaque poste est donnée dans l'ordre suivant :

Arrivée devant le poste 1, la bouteille est remplie au moyen d'un vérin **A** à double effets. La durée du remplissage est de "**10s**" après la descente du vérin **A**.

Arrivée devant le poste 2, la bouteille est bouchée au moyen d'un vérin **B** à double effets.

Le contrôle de bouchage de la bouteille s'effectue par un vérin **C** qui doit descendre en position basse pendant un temps inférieur à "**2s**" si la bouteille est bien bouchée (présence d'un bouchon). Sinon, il faut prévoir l'évacuation de la bouteille non bouchée vers le tapis 2 par le vérin d'éjection **D**.

Quand ces trois opérations sont achevées, le tapis avance d'un pas ($\uparrow m$).

Un commutateur **CU/CR** permet de sélectionner le cycle à faire .

- Soit un fonctionnement répétitif en continu : cycle répétitif ($CR=1$) ;
- Soit un fonctionnement cycle unique ($CU=1$).

Remarque . Au début de chaque cycle, si l'un des vérins n'est pas à sa position initiale, l'automatisme doit le positionner (faire rentrer le vérin considéré).

Tableau : Ensemble des actionneurs et des capteurs utilisés

Actionneurs			Capteurs	
Vérin double effet A	Sortie vérin	A:=1	Vérin sorti	a1
	Rentrée vérin	A:=0	Vérin rentré	a0
Vérin double effet B	Sortie vérin	B:=1	Vérin sorti	b1
	Rentrée vérin	B:=0	Vérin rentré	b0
Vérin double effet C	Sortie vérin	C:=1	Vérin sorti	c1
	Rentrée vérin	C:=0	Vérin rentré	c0
Vérin double effet D	Sortie vérin	D:=1	Vérin sorti	d1
	Rentrée vérin	D:=0	Vérin rentré	d0
Avancer le tapis d'un pas	KM		Capteur de position d'un pas	m
			Départ cycle	DCY
			Commutateur à 2 positions	CU
				CR
			Capteurs de présence des bouteilles devant les 3 postes	p1, p2, p3

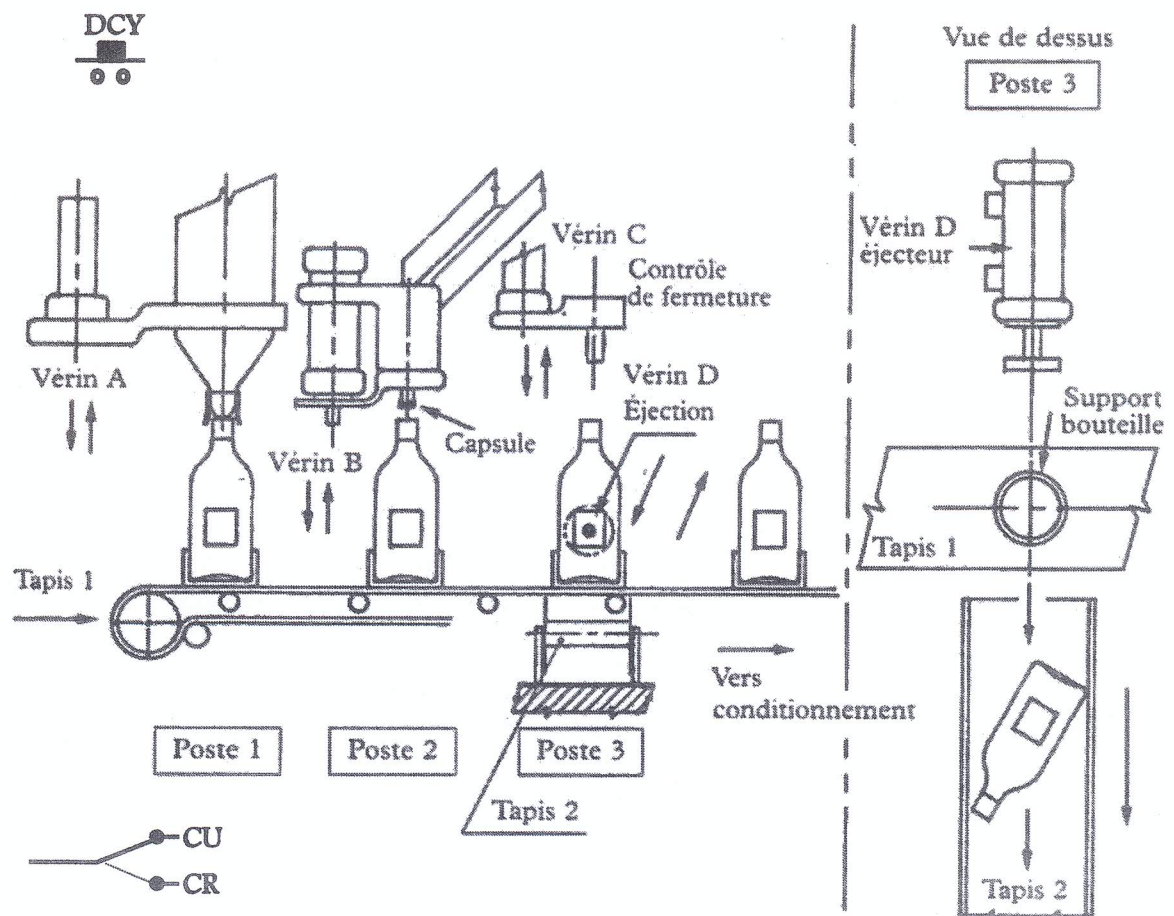


Figure 1 : Vue schématique du système de conditionnement de produit en bouteilles

TRAVAIL DEMANDE

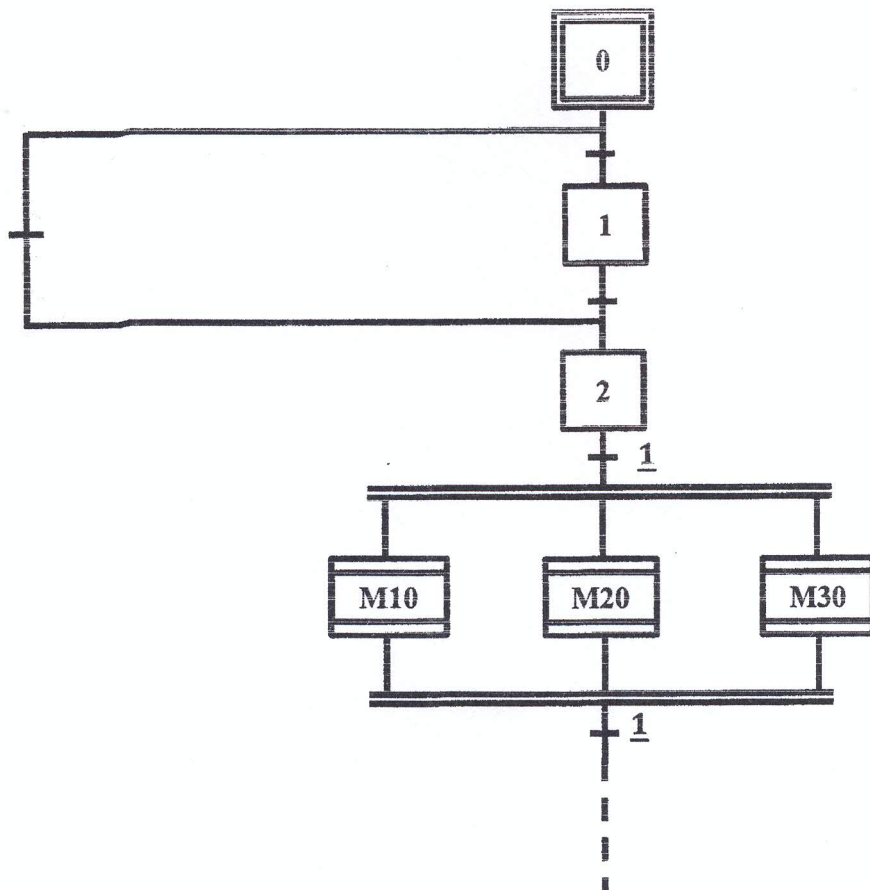
Compléter, sur le document réponse (pages 4 et 5) à remettre :

- GRAFCET principal ;
- M10 : macro-étape de POSTE 1 : Remplissage de la bouteille ;
- M20 : macro-étape de POSTE 2 : Fermeture de la bouteille par un bouchon ;
- M30 : macro-étape de POSTE 3 : Contrôle de la fermeture ;

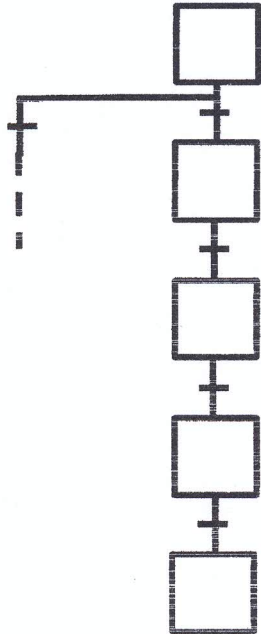
Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs de Sfax	 IPEIS	Département de Préparation au Concours de Technologie
Nom:	Examen Automatique (Semestre 2)	
Prénom:	Préparation : PT1	
Identifiant:	Date : 19/05/2022	

Document Réponses

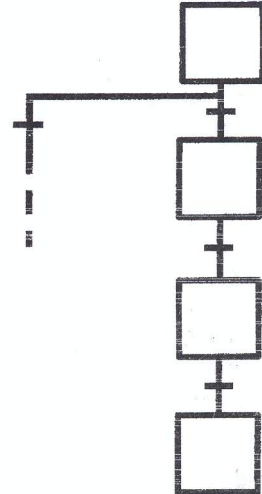
GRAFCET principal :



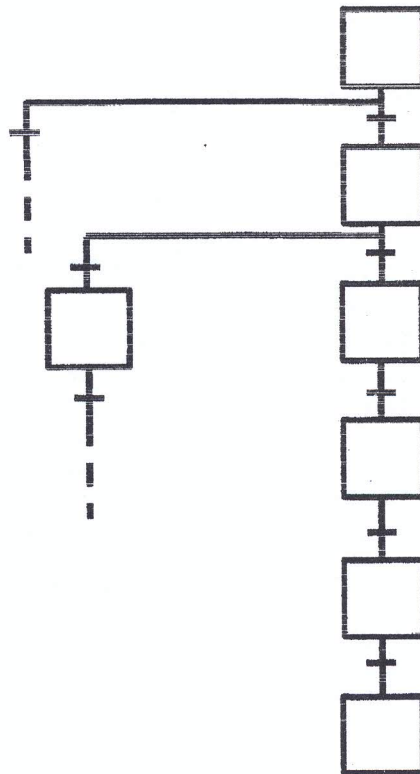
Macro-étape M10 :



Macro-étape M20 :



Macro-étape M30 :



Sciences et Techniques Automatisées (STA)

Mécanique des Systèmes Indéformables PT1

Examen de fin du 2^{ème} semestre Date: 19 Mai 2022 Durée: 1h30min

On propose l'étude cinématique et statique du système d'un mécanisme de vantail d'un portail qui permet l'ouverture et la fermeture automatiques du portail battant. Le schéma cinématique du système est représenté dans la figure 1. Le pilier (0) supporte le motoréducteur en A (non représenté sur le schéma cinématique). La manivelle (3) entraînée par le motoréducteur possède une liaison pivot d'axe (A, $\bar{z}_0$) avec le pilier (0). La bielle (2) est en liaison pivot d'axe (B, $\bar{z}_0$) avec la manivelle (3) et en liaison pivot d'axe (C, $\bar{z}_0$) avec le vantail (1). Le vantail (1) est articulé en O (liaison pivot d'axe (O, $\bar{z}_0$)) sur le pilier (0). L'effort de pincement à la fermeture est considéré comme étant l'intensité de la résultante de l'action mécanique au point D entre le vantail (1) et l'obstacle (4). L'obstacle (4) est supposé en liaison glissière d'axe (O₁, $\bar{y}_0$) par rapport au pilier (0).

Les solides sont supposés **indéformables** et de **masses négligeables**.

Toutes les **liaisons** du système sont supposées **parfaites** sauf la **liaison ponctuelle** au point D entre le vantail (1) et l'obstacle (4) où **f** désigne le coefficient de frottement entre le vantail (1) et l'obstacle (4).

Repères et paramétrages :

Les repères et les paramètres adoptés sont définis comme suit :

- $R_0(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ est un repère lié au pilier (0),
- $R_1(O, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_0)$ est un repère lié au vantail (1) tel que : $\alpha = (\bar{x}_0, \bar{x}_1) = (\bar{y}_0, \bar{y}_1)$,
- $R_2(B, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_0)$ est un repère lié à la bielle (2) tel que : $\beta = (\bar{x}_0, \bar{x}_2) = (\bar{y}_0, \bar{y}_2)$,
- $R_3(A, \bar{x}_3, \bar{y}_3, \bar{z}_0)$ est un repère lié à la manivelle (3) tel que : $\theta = (\bar{x}_0, \bar{x}_3) = (\bar{y}_0, \bar{y}_3)$,
- $R_4(O_1, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ est un repère lié à l'obstacle (4) tel que : $\overrightarrow{EO_1} = -y(t) \bar{y}_0$

Les positions des différents centres de liaisons sont décrites par les relations vectorielles :

$$\overrightarrow{OC} = a(\bar{x}_1 - \frac{1}{8}\bar{y}_1), \overrightarrow{OD} = \frac{1}{3}a \bar{x}_1, \overrightarrow{O_1D} = -r \bar{y}_1, \overrightarrow{OE} = d(3\bar{x}_0 + 0.2\bar{y}_0), \overrightarrow{EO_1} = -y(t) \bar{y}_0,$$

$$\overrightarrow{BC} = b \bar{x}_2, \overrightarrow{AB} = c \bar{x}_3 \text{ et } \overrightarrow{OA} = -d(\bar{x}_0 + 2\bar{y}_0) \text{ où } a, b, c, d \text{ et } r \text{ sont des constantes géométriques.}$$

Remarque : Les parties cinématique et statique peuvent être traitées indépendamment.

Partie 1 : Etude cinématique

1°) Déterminer les vecteurs rotations: $\vec{\Omega}_{1/0}$, $\vec{\Omega}_{2/0}$, $\vec{\Omega}_{3/0}$ et $\vec{\Omega}_{4/0}$ puis déduire $\vec{\Omega}_{4/1}$.

- 2°)
- Calculer, par cinématique des solides, $\vec{V}(C)_{1/R_0}$, exprimer cette vitesse dans R_0 ,
 - Calculer, par cinématique des solides, $\vec{V}(B)_{3/R_0}$, exprimer cette vitesse dans R_0 ,
 - Calculer, par cinématique des solides, $\vec{V}(C)_{2/R_0}$, exprimer cette vitesse dans R_0 ,
 - Sachant que $\vec{V}(C)_{1/R_0} = \vec{V}(C)_{2/R_0}$, trouver les deux équations scalaires qui relient les trois angles α , β et θ et leurs dérivées,
 - Intégrer ces deux équations et déduire la loi d'entrée sortie qui relie α à θ .
- 3°)
- Calculer, par cinématique des solides, $\vec{V}(D)_{1/R_0}$, exprimer cette vitesse dans la base de R_1 .
 - Calculer, par dérivation $\vec{V}(O_1)_{/R_0}$ puis par cinématique $\vec{V}(D)_{4/R_0}$ en fonction de $\dot{y}(t)$, exprimer cette vitesse dans la base de R_1 .

c) Sachant que $\vec{V}(D)_{4/1}$ est colinéaire à $(O, \vec{x}_1)$, déduire la relation entre $\dot{y}(t)$, α et $\dot{\alpha}$ et déterminer en **D** la vitesse de glissement $\vec{V}(D)_{4/1}$ entre (4) et (1).

- 4°) a) Montrer que les mouvements de 1/0, 2/0, 2/1, 3/1, 3/2 et 3/0 sont des mouvements plan sur plan, déterminer les centres instantanés de rotation respectifs I_{10}, I_{21}, I_{32} et I_{30} en justifiant convenablement votre réponse.
b) Montrer que I_{31} appartient à la droite (O, A)
c) Montrer que I_{31} appartient aussi à la droite (B, C), déduire sa position.
d) Expliquer clairement comment on peut déduire, géométriquement, la position du CIR I_{20} du mouvement de 2/0.

Partie2 : Etude statique :

On propose l'étude statique du système de manœuvre de déchargement du lait dans une position particulière où $\alpha = \beta = \theta = 45^\circ$. On précise que le système est considéré comme **problème plan** et sera étudié dans le plan $P_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$. Les solides sont supposés indéformables de masses négligeables et toutes les liaisons sont supposées **parfaites** sauf la liaison ponctuelle au point **D** entre le vantail (1) et l'obstacle (4). Le couple moteur exercé sur la manivelle (3) par le motoréducteur est $\vec{C}_m = C_m \vec{z}_0$. Les torseurs des actions mécaniques des quatre liaisons pivot en A, B, C et O seront, respectivement, notés dans R_0 (car le problème est plan) :

$$\{\tau_{0 \rightarrow 3}\} = \begin{Bmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A^{R_0} \quad \{\tau_{2 \rightarrow 3}\} = \begin{Bmatrix} X_B & 0 \\ Y_B & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B^{R_0} \quad \{\tau_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_C & 0 \\ Y_C & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_C^{R_0} \quad \text{et} \quad \{\tau_{0 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_O & 0 \\ Y_O & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_O^{R_0}$$

- 1°) a) Etudier, au point A et dans la base de R_0 , l'équilibre de la manivelle (3),
b) Déduire les trois équations d'équilibre,
2°) a) Etudier, au point B et dans la base de R_0 , l'équilibre de la bielle (2),
b) Déduire les trois équations d'équilibre,
c) En utilisant les équations d'équilibre obtenues en 1°) et 2°), Ecrire les torseurs $\{\tau_{0 \rightarrow 3}\}_A^{R_0}$, $\{\tau_{2 \rightarrow 3}\}_B^{R_0}$ et $\{\tau_{2 \rightarrow 1}\}_C^{R_0}$ en fonction du couple C_m .
3°) On suppose que le contact au point D est à la limite de glissement tel que $\vec{V}(D)_{1/4} \cdot \vec{x}_1 > 0$ et on rappelle que la liaison ponctuelle en D entre (1) et (4) n'est pas parfaite avec un coefficient de frottement f . On note le torseur d'action mécanique de la liaison ponctuelle avec frottement en D

$$\text{de (4) sur (1)} \quad \{\tau_{4 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_D & 0 \\ Y_D & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_D^{R_1}$$

$$\text{a) En exploitant la loi de Coulomb, montrer que la forme du torseur } \{\tau_{4 \rightarrow 1}\}_D^{R_1} = \begin{Bmatrix} f Y_D & 0 \\ Y_D & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_D^{R_1}$$

puis le transformer dans R_0 $\{\tau_{4 \rightarrow 1}\}_D^{R_0}$.

- b) Etudier, au point O et dans la base de R_0 , l'équilibre du vantail (1),
c) Déduire les trois équations d'équilibre,
d) Déterminer Y_D en fonction du couple C_m ,
e) Ecrire les torseurs $\{\tau_{0 \rightarrow 1}\}_O^{R_0}$ en fonction du couple C_m et f .

Examen Final du Deuxième Semestre Mai 2022

Epreuve de Conception et Fabrication Mécanique (CFM)

Préparation Technologique (PT2)

Convoyeur dynamique gravitaire

Date : 13/05/2022

Heure : 8H30

Documents non autorisés

MISE EN SITUATION

Dans un système automatisé de production, les produits à emballer subissent des opérations de transferts d'un poste à un autre. Ces opérations sont assurées soit par des tapis roulants soit par des convoyeurs dynamiques gravitaires.

Le sujet de cette épreuve porte sur un poste assurant l'emballage d'un produit (Figure 1) qui sera ensuite transféré vers un poste d'étiquetage (Figure 2) par l'intermédiaire d'un convoyeur dynamique gravitaire.

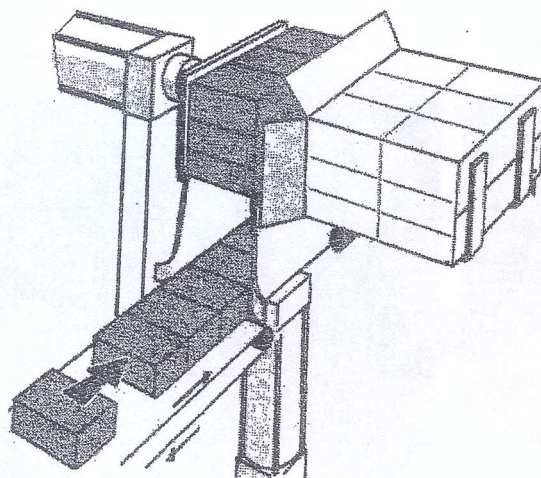


Figure 1 : Poste d'emballage

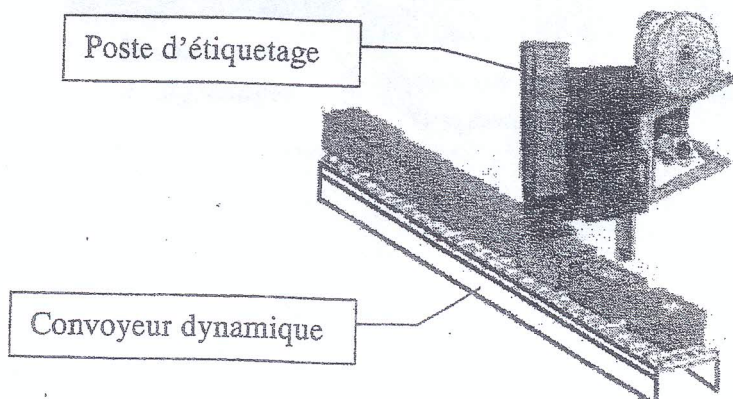


Figure 2 : Poste d'étiquetage

PARTIE A : CONCEPTION MECANIQUE (Durée : 3 Heures)

Les questions relatives à cette partie sont portées sur le dossier document réponse (Page 3/5 à Page 5/5)

A-1. PRESENTATION DU SYSTEME MECANIQUE

Cette partie concerne l'étude d'un galet ralentisseur placé dans un convoyeur dynamique gravitaire assurant le transfert d'un produit, emballée et chargé sur des palettes (P), vers le poste d'étiquetage (Figure 2). Ce galet ralentisseur (Figures 3, 4 et Document 1) est un système mécanique qui a pour but de maîtriser la vitesse gravitaire de translation V des palettes (P) transportant le produit. Il est suspendu par deux colonnes (21) et (22) encastrées aux deux rails (R) équipés de galets fous. De plus, il est doté de deux poutres supports identiques (13) et (16) qui se déforment élastiquement afin que les galets fous supportent la totalité des charges transportées par la palette (P).

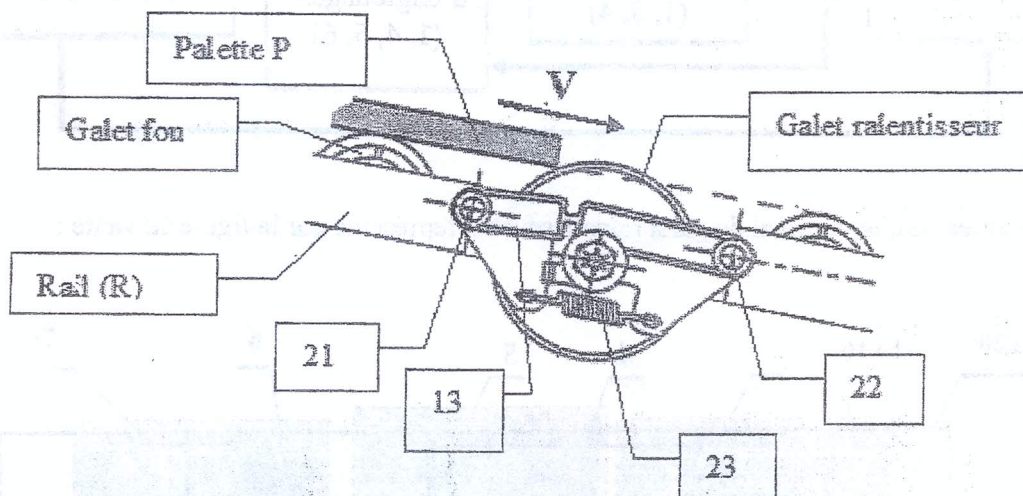


Figure 3 : La palette (P) heurte le galet ralentisseur

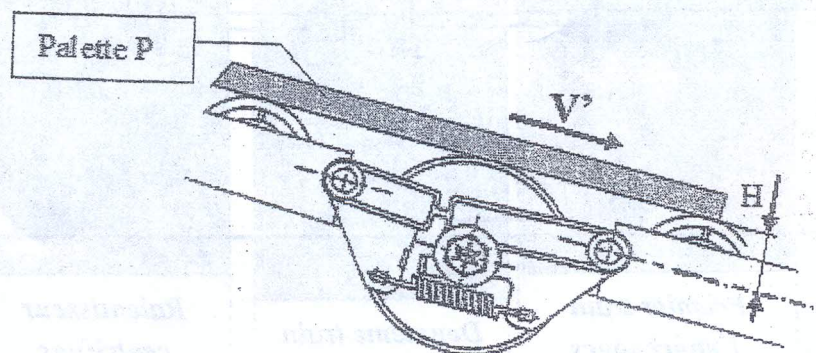


Figure 4 : La palette (P) est ralentie par le galet ralentisseur

A-2. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU GALET RALENTISSEUR (DOCUMENT 1)

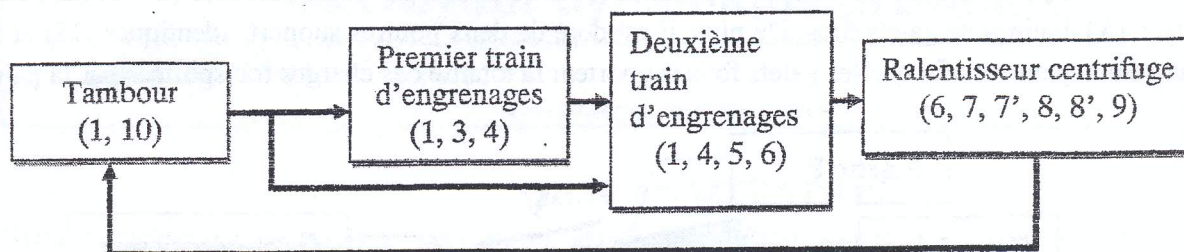
Dès que la palette (P) heurte le galet ralentisseur avec une vitesse gravitaire V (Figure 3), les deux poutres supports (13) et (16) se déforment élastiquement de telle sorte que le galet ralentisseur se met automatiquement au même niveau H de la voie de roulement du convoyeur (Figure 4) ; alors le contact par adhérence entre la bande (10) du tambour (1) et la palette (P) est maintenu par les ressorts (23).

Le bras (2) est encastré à la poutre support (16) par l'intermédiaire de son embout hexagonal.

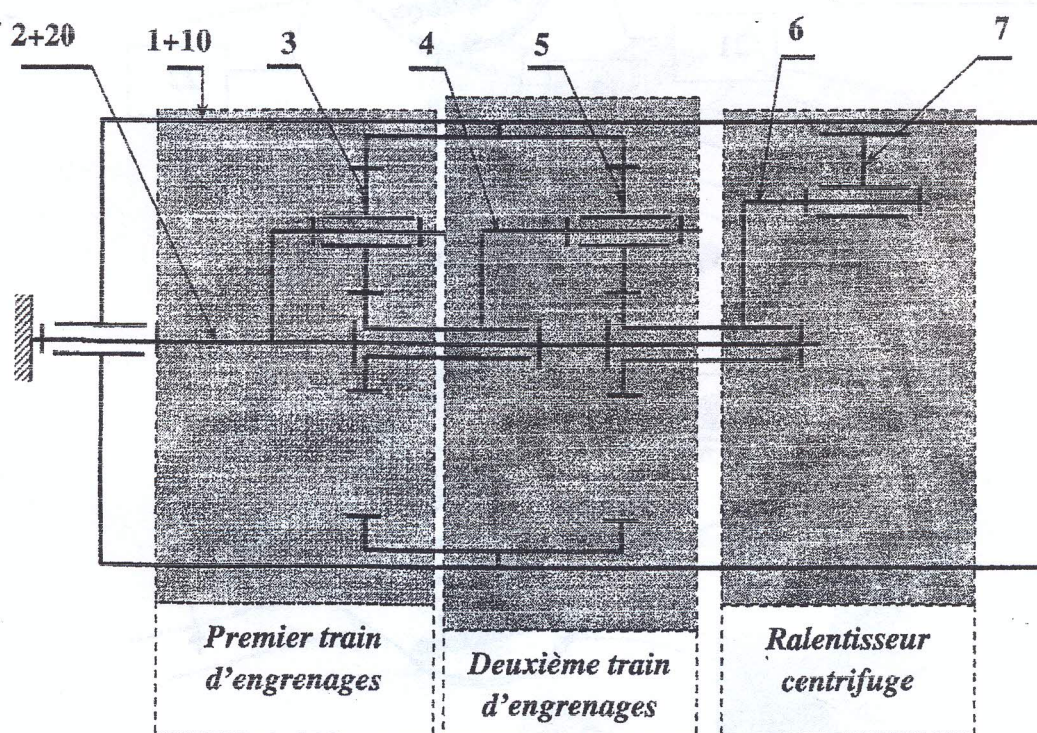
Le tambour (1) est entraîné en rotation par la palette (P).

Les deux trains d'engrenages cylindriques à denture droite (1, 3, 4) et (1, 4, 5, 6) montés en série ont pour fonction d'augmenter la fréquence de rotation du porte mâchoire (6) d'un ralentisseur centrifuge dont les mâchoires (7) et (7'), équipés respectivement des masselottes identiques (8) et (8'), se mettent en contact avec glissement contre la surface cylindrique intérieure du tambour (1) qui sera ralenti. Ainsi la vitesse translation de la palette (P) diminue et sera maintenue à une vitesse constante V' tant que la palette (P) est en contact avec le galet ralentisseur (Figure 4).

Le flux de transmission de puissance du galet ralentisseur peut être alors représenté par le diagramme suivant :



Le schéma cinématique minimal du galet ralentisseur est représenté par la figure suivante :



Nom :

Prénom.....

Identifiant.....

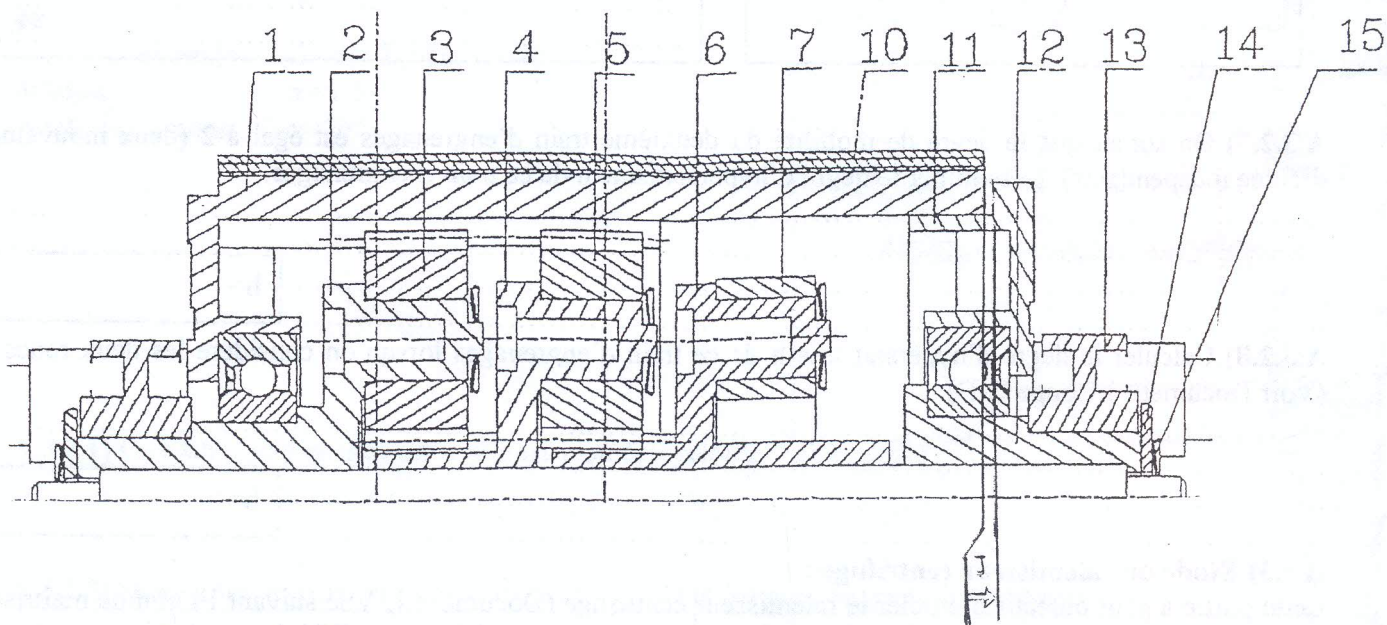
.groupe.....

PARTIE A : CONCEPTION MECANIQUE**A.1) Etude technologique :****A.1.1) Compléter le tableau suivant :**

Pièces en liaison	Nom de la liaison	Assurée par
(12)-(13)		
(2)-(20)		
(12)-(20)		
(1)-(20)		
(1)-(11)		

A.1.2) Donner la fonction des pièces suivantes :

Pièce	Fonction
(8)	
(9)	
(10)	
(17)-(18)	

A.2) Cotation fonctionnelle :

A.2.1) Quel est le rôle de la condition J entre le tambour (1) et le couvercle (11) ? (voir dessin d'ensemble ci-contre)

A.2.2) Tracer sur le dessin d'ensemble ci-contre la chaîne de côtes relative à la condition J.

A.2.3) Etablir l'expression de la valeur minimale de la condition J.

$J_{min} =$

A.2.3) Choisir les ajustements qualitatifs pour les assemblages indiqués dans le tableau suivant.

Assemblage	Ajustement	Assemblage	Ajustement
(12)-(20)		(21)-(R)	.....
(11)-(1)		(13)-(21)	.....
(11)-(18)		(4)-(5)	.....
(12)-(18)		(3)-(2)	.....

A.3) Etude de la chaîne de transmission de puissance :

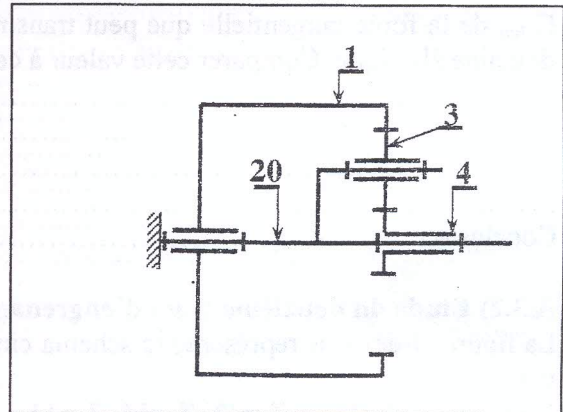
A.3.1) Etude du premier train d'engrenages :

La figure ci-dessous représente le schéma cinématique du premier train d'engrenages. Ce train est caractérisé par :

Nombres de dents : $Z_1=43$, $Z_3=16$, $Z_4=11$

Module : $m=1,5$

Angle de pression : $\alpha=20^\circ$



A.3.1.1) Ce train d'engrenages est-il ordinaire ou épicycloïdal ? Pourquoi ?

A.3.1.2) Vérifier la condition entre l'entraxe de la couronne (1) et la roue (3) d'une part, et l'entraxe de la roue (3) et du pignon (4) d'autre part.

A.3.1.3) On admet que le contact entre la palette (P) et la bande (10) du tambour (1) vérifie la condition de roulement sans glissement. Calculer la vitesse angulaire ω_1 du tambour (1) en mouvement ralenti, sachant que la vitesse de translation de la palette (P) en mouvement ralenti est $V'=0,3\text{m/s}$ et que le rayon extérieur de la bande (10) est $R=42,5\text{mm}$ (Voir Figure 4).

$\omega_1 =$ rad/s

Prénom.....

.groupe.....

 $k_1 =$ $C_4=$

Nm

$$F_1 =$$

N

$$F_{t \text{ lim}} =$$

N

(1) :

(4) :

(5) :

(6) :

Nom :

Prénom.....

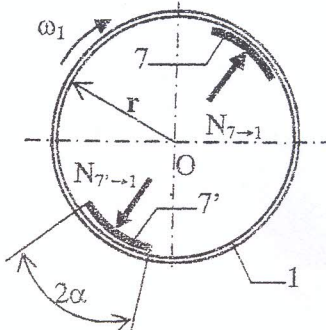
Identifiant.....

groupe.....

La rotation du porte -mâchoire (6) à la vitesse angulaire ω_6 provoque le contact avec glissement des mâchoires (7) et (7') contre la surface intérieure du tambour (1). Ce contact, caractérisé par une répartition uniforme de pression p , développe sur chaque mâchoire une force de composante normale N et de composante tangentielle T . Cette dernière composante ralentit le mouvement du tambour (1).

Données :

$$N=0,01(\omega_6)^2 - 40 \text{ avec } N \text{ en Newton et } \omega_6 \text{ en rad/s}$$

Tambour (1)	Vitesse angulaire $\omega_1=7\text{rad/s}$	
Mâchoires (7) et (7')	$\omega_6 = -161\text{rad/s}$ avec $\omega_6=\omega_7=\omega_{7'}$ Ouverture du secteur angulaire $2\alpha=16^\circ$ Largeur de la mâchoire $b=10\text{mm}$	
Contact tambour/mâchoires	Rayon intérieur du tambour $r=35\text{mm}$ Pression admissible de contact $p_{adm}=3\text{MPa}$ Coefficient de frottement constant $f=0,1$ Produit $(p.V)$ admissible : $14 \cdot 10^6 (\text{N/m}^2) \cdot \text{m/s}$	

A.3.3.1) Représenter sur le schéma simplifié les composantes tangentielles $T_{7 \rightarrow 1}$ et $T_{7' \rightarrow 1}$ puis établir l'expression du couple de frottement C_f exercé par les deux mâchoires (7) et (7') sur le tambour (1) pour ralentir son mouvement. Calculer sa valeur.

$$C_f = \quad \text{Nm}$$

A.3.3.2) Etablir l'expression de la vitesse angulaire $\omega_{1/7}$ entre le tambour (1) et la mâchoire (7) et calculer sa valeur.

$$\omega_{1/7} = \quad \text{rad/s}$$

A.3.3.3) Calculer la puissance P_f dissipée par frottement au cours du glissement des mâchoires (7) et (7') sur le tambour (1).

$$P_f = \quad \text{watt}$$

A.3.3.3) Calculer la pression de contact p supposée uniforme entre les mâchoires (7), (7') et le tambour (1). Conclure.

$$p = \quad \text{MPa}$$

Conclusion :

A.3.3.4) Calculer le produit $(p.V)$ au niveau de la surface de contact entre les mâchoires (7), (7') et le tambour (1). Conclure.

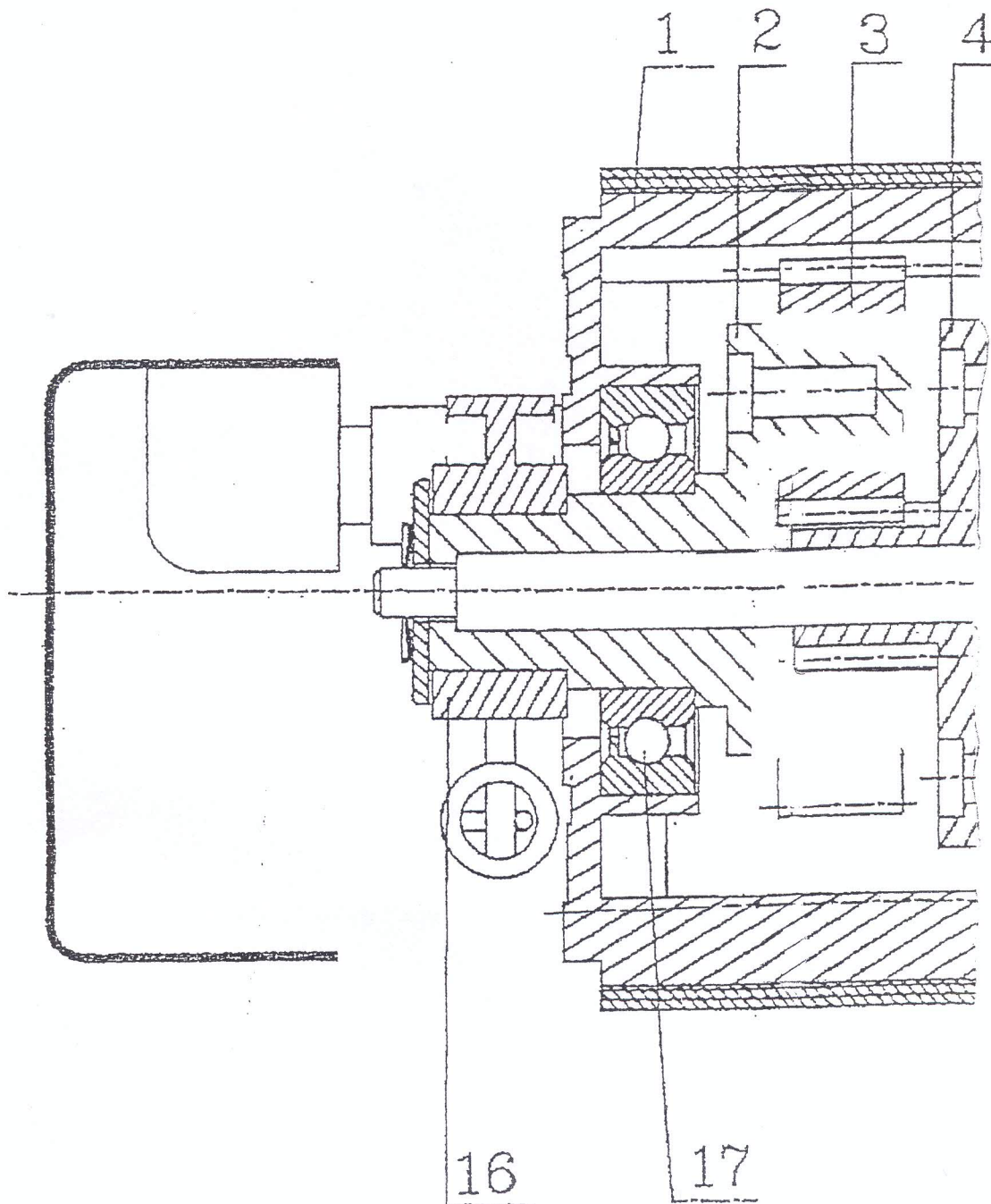
$$p.V = \quad (\text{N/m}^2) \cdot \text{m/s}$$

Conclusion :

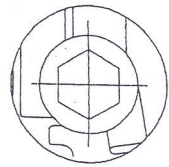
Ne rien écrire ici

A.4) Etude graphique :

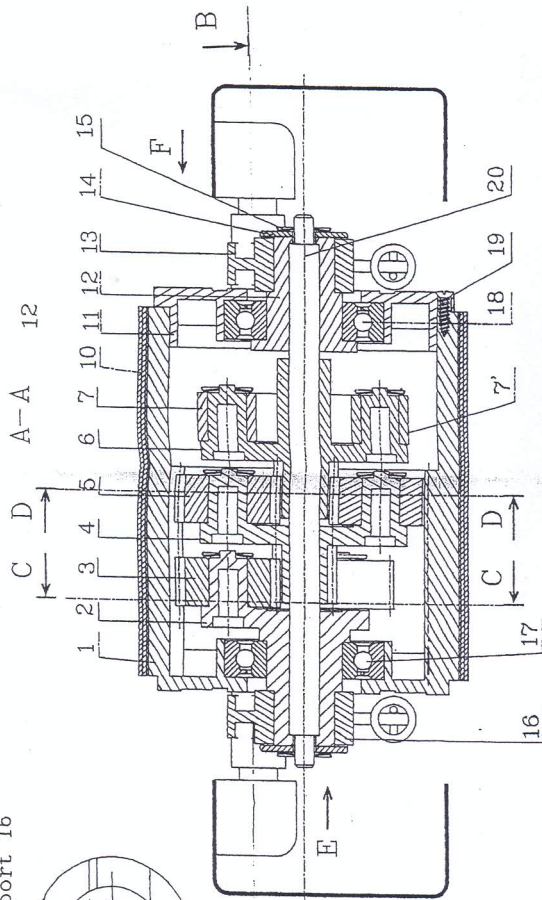
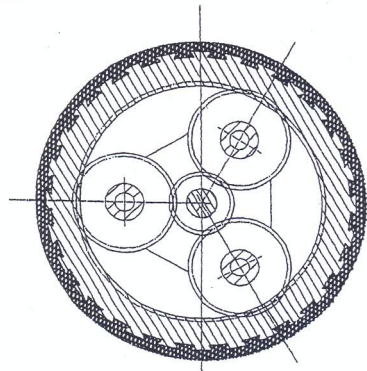
La solution utilisée pour le guidage en rotation de la roue dentée (3) par rapport au bras (2) ne donne pas une entière satisfaction. On se propose de modifier cette solution en utilisant deux coussinets. Compléter sur le dessin ci-contre le montage de ces coussinets en indiquant les ajustements et les côtes conditions nécessaires.



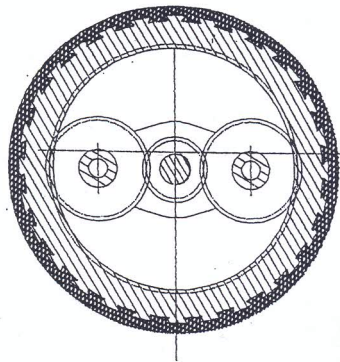
Détail suivant E
du support 16



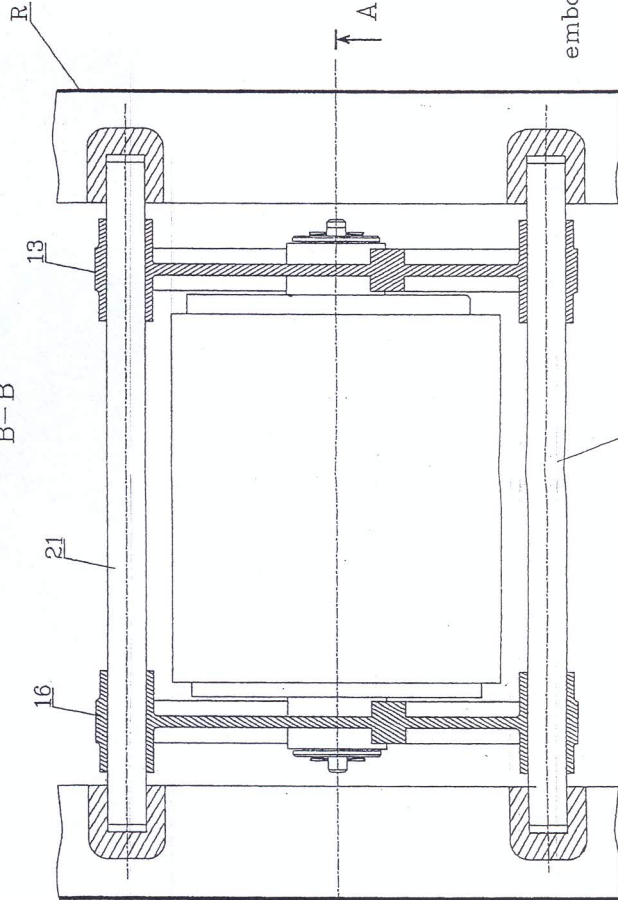
C-C



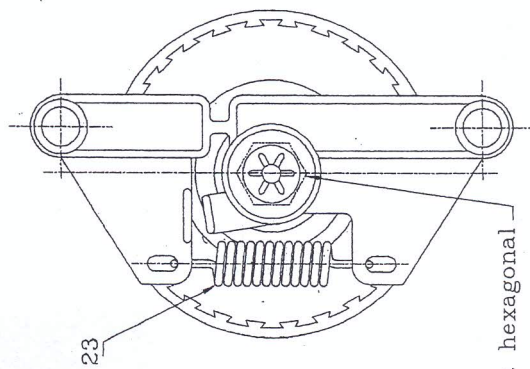
D-D



B-B

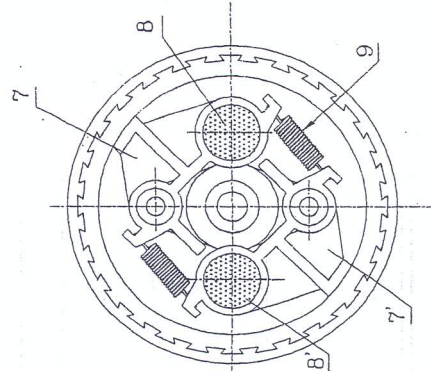


Vue suivant E



embout hexagonal

Vue suivant F couvercle 11 enlevé



Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation
7	2	Mâchoire	15	2	Rondelle frein	23	1	Ressort
6	1	Porte-mâchoire	14	2	Rondelle plate	22	1	Colonne
5	2		13	1	Rondelle plate	21	1	Colonne
4	1		12	1	Embout	20	1	Axe
3	3	Roue dentée	11	1	Couvercle	19	4	VIS
2	1	Bras	10	1	Bande	18	1	Roulement à bille
1	1	Tambour	9	2	Ressort	17	3	Roulement à bille
R	2	Rail porteur	8	2	Masselotte	16	1	Poutre support
Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation

Echelle 0.7



GALET
VALENTISSEUR

Document 1

EXAMEN FINAL

Année Universitaire 2021/2022

Niveau d'Etude : **1^{er} Année**
Filière : **Préparation en Technologie (PT)**
Matière : **Conception Mécanique (CM)**
Nombres de pages : 8 pages (A3)

Semestre : 2
Date : 21 Mai 2022
Durée : 3h15min
Documents :

Autorisés ☐
Non Autorisés ☒

ETUDE D'UN TOUR DIDACTIQUE

MISE EN SITUATION

Un tour parallèle est par définition une machine-outil universelle servant à usiner des pièces mécaniques de révolution. D'une façon générale, Il est essentiellement constitué par les éléments indiqués dans la *Figure 1* :

- Une poupée fixe,
- Un système de maintien de pièce « mandrin » (non représenté),
- Deux chariots assurant les mouvements longitudinale et transversale de l'outil,
- Une poupée mobile pour le travail entre pointes et les opérations de perçage et d'alésage,
- Un moteur électrique, une boîte de vitesses, une boîte des avances, ...

La pièce, fixée dans le mandrin est animée d'un mouvement de rotation via un moteur lié à la broche.

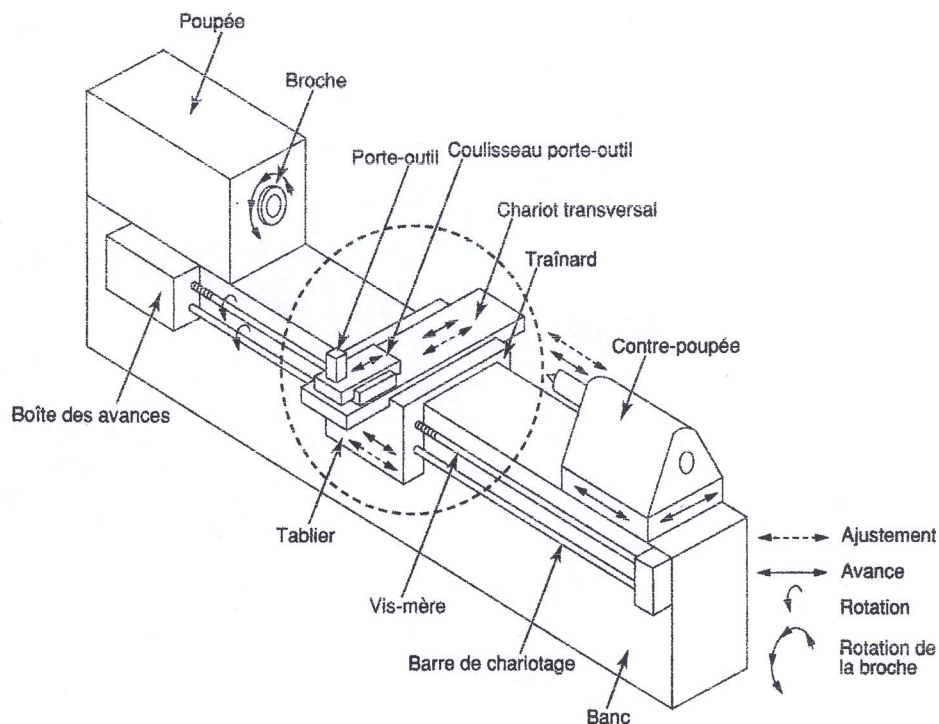


Figure 1 : Éléments d'un tour parallèle universelle

Le système sur lequel porte l'étude est un « **Tour Didactique** » commandé par un micro-ordinateur. Le dessin d'ensemble représenté à l'échelle 1:2 à la page 8/8 représente un sous-ensemble du « **Tour Didactique** », et est constitué par :

- Deux chariots : (un chariot longitudinal et un chariot transversal) permettent à l'outil de se déplacer dans deux directions perpendiculaires. Les deux chariots sont entraînés par des vis à billes commandées par des moteurs pas à pas.

• Un porte-outils : Il s'agit de l'accessoire qui, comme son nom l'indique, porte les outils de coupe (Figure 2). Ici, on peut installer jusqu'à deux outils simultanément. L'ensemble (13)+(18) permet de fixer le porte-outils sur la semelle (12). L'ensemble noix de blocage (15) et l'excentrique (16) permet de verrouiller ou déverrouiller le réglage en hauteur de l'outil, réglage effectué par l'ensemble (20) et (23).

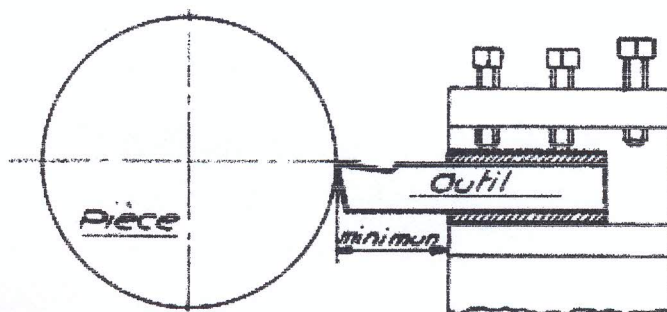


Figure 2 : Montage de l'outil et usinage d'une pièce.

LA NOMENCLATURE DES PIÈCES

Le tableau suivant représente la nomenclature partielle des pièces du « Tour Didactique » (Sous-ensemble : Chariots de Tour + Porte-outils), page 8/8 :

			35	1	Arbre moteur
17	1	Rondelle spéciale	34	1	Vis sans tête à six pans creux ISO 4026 - M5 x 10 - 8.8
16	2	Excentrique	33	1	Vis sans tête à six pans creux ISO 4026 - M5 x 10 - 8.8
15	2	Noix de blocage	32	2	Roulement 12 BC 02 EE
14	1	Corps de tourelle	31	2	Ressort (non représenté)
13	1	Goujon à souder - M24 x 100	30	6	Vis à six pans creux ISO 4762 - M8 x 20 - 8.8
12	1	Semelle	29	2	Courroie crantée (pas=2)
11	1	Cale de réglage	28	1	Bride
10	1	Chariot transversal	27	4	Vis à six pans creux ISO 4762 - M10 x 40 - 8.8
9	1	Poulie (crantée) $Z_9=16$ dents	26	1	Vis sans tête à six pans creux ISO 4026 - M6 x 10 - 8.8
8	1	Moteur pas à pas	25	1	Vis sans tête à six pans creux ISO 4026 - M6 x 16 - 8.8
7	1	Poulie (crantée) $Z_7=15$ dents	24	4	Vis à six pans creux ISO 4762 - M10 x 32 - 8.8
6	2	Ecrou spéciale	23	1	Goujon à souder spécial
5	1	Support d'écrou	22	1	Vis à billes (d=20mm ; pas=3)
4	1	Ecrou à billes	21	1	Ecrou à billes
3	1	Vis à billes (d=16mm ; pas=2,5)	20	1	Ecrou spéciale de réglage
2	1	Chariot longitudinal	19	1	Porte-outil
1	1	Banc	18	1	Ecrou hexagonal ISO 4032 - M24 - 08
Rep.	Nb.	Désignation	Rep.	Nb.	Désignation

TOUR DIDACTIQUE

EXAMEN FINAL de Conception Mécanique (CM) PT1 2^{ème} semestre

A.U. 2021/2022

Prénom :

Groupe :

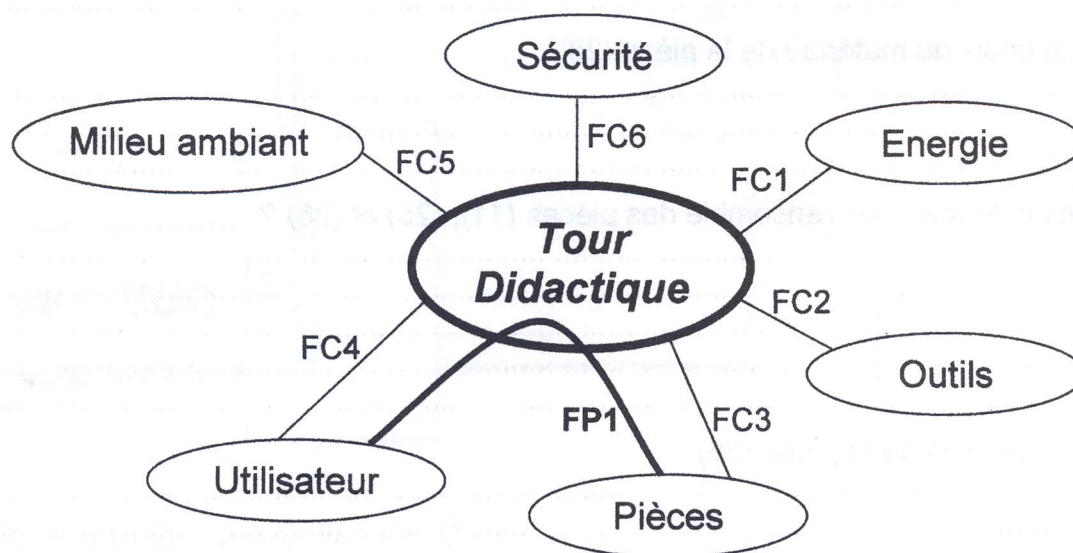
Nom :

Identifiant :

TRAVAIL DEMANDÉ

1) ANALYSE FONCTIONNELLE

La figure suivante représente le diagramme pieuvre du « Tour Didactique ».



1.1) Recenser les fonctions de service de ce système.

Fonction de service	La fonction
FP1	
FC1	
FC2	
FC3	
FC4	
FC5	
FC6	

Ne rien écrire ici

2) ETUDE CINEMATIQUE

2.1) Décomposer le sous-ensemble du mécanisme « Tour Didactique » (*Chariots de Tour + Porte-outils*) page 8/8, en sous ensemble cinématique (Classes d'Equivalence Cinématique C.E.C.) :

N.B. : Ne pas tenir compte des pièces constituant le porte-outil.

- Bâti : {1}={.....}
- Arbre moteur : {9}={.....}
- Vis de commande du chariot longitudinal : {22}={.....}
- Chariot longitudinal : {2}={.....}
- Vis de commande du chariot transversal : {3}={.....}
- Chariot transversal : {10}={.....}

2.2) Compléter le tableau des liaisons entre ces C.E.C. :

	1	9	22	2	3
10				..... .....	..... .....
3				..... .....	
2	..... .....		..... .....		
22	Liaison Pivot d'axe $\vec{X}$ (*)				
9					

(*) Cette liaison n'est pas visible sur le dessin d'ensemble, correspondante à la liaison de la vis (22) par rapport au bâti.

EXAMEN FINAL de Conception Mécanique (CM) PT1 2^{ème} semestre

A.U. 2021/2022

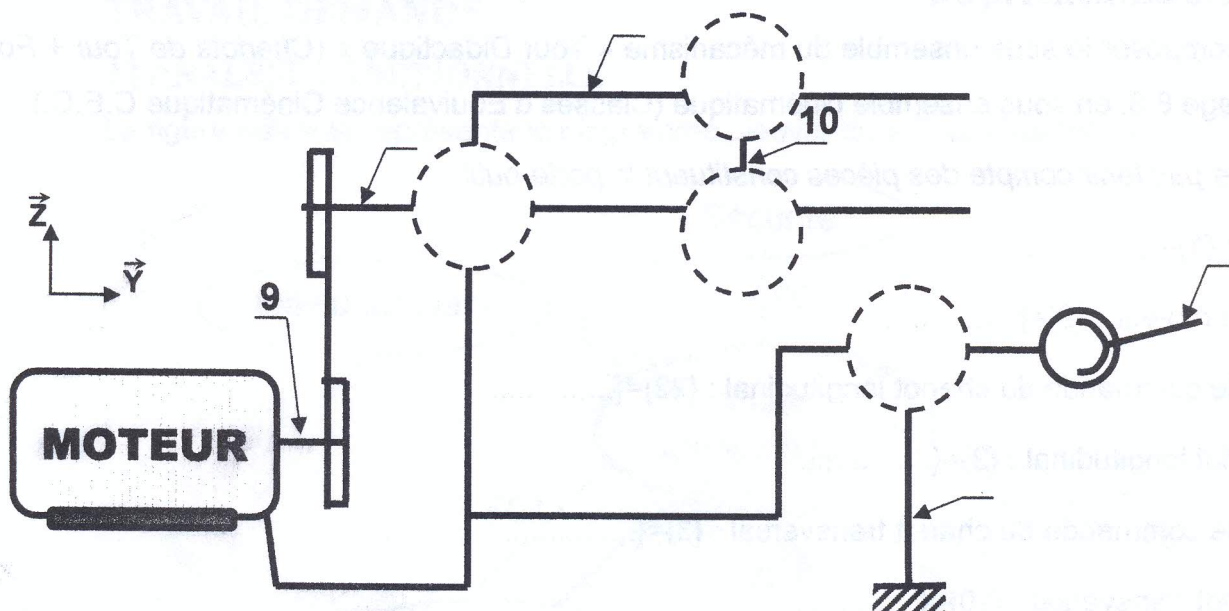
Prénom :

Groupe :

Nom :

Identifiant :

2.3) Compléter le schéma cinématique minimal du mécanisme :



Données (chariot transversal) :

- Moteur du chariot transversal : Puissance moteur $P_m=900W$
- Poulies-courroie : $Z_9=16$ dents ; $Z_7=15$ dents ; $\eta_1=0,95$.
- Vis à bille (3)-écrou à bille (4) : pas=2,5 ; $\eta_2=0.8$.

2.4) Déterminer la fréquence de rotation maximale N_3 de la vis (3), sachant que l'avance maximale du chariot transversal (supposé uniforme) est égale à $V_{10}=15\text{mm/s}$.

2.5) Dédurre la fréquence de rotation maximale N_m du moteur lié au chariot transversal.

2.6) Déterminer la puissance transmise à l'écrou (4).

2.7) Déduire la force maximale F_4 transmise au chariot (10) par l'écrou (4).

Ne rien écrire ici

3) ETUDE TECHNOLOGIQUE

3.1) Justifier l'utilisation des vis à billes (3) et (22).

.....

.....

3.2) Justifier le choix du matériau de la pièce (28).

.....

.....

3.3) Quelle est la fonction de l'ensemble des pièces (11), (25) et (26) ?

.....

.....

.....

3.4) Justifier la fonction de la pièce (26).

.....

.....

3.5) Comment est assuré le guidage en translation de (2) par rapport à (1) ?

.....

.....

.....

3.6) Enumérer les différentes phases permettant la mise en place et le réglage en hauteur de l'outil.

.....

.....

.....

.....

3.7) Le guidage en rotation de (3) par rapport à (2) est assuré par le montage des roulements (32). Les règles de montage sont-ils respectées ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

EXAMEN FINAL de Conception Mécanique (CM) PT1 2^{ème} semestre

A.U. 2021/2022

Prénom :

Groupe :

Nom :

Identifiant :

3.8) On donne l'extrait du catalogue constructeur des roulements à billes à contact radial. Déterminer les capacités de charge dynamique et statique.

Roulements à une rangée de billes et à contact radial																
exécution normale										exécution particulières usuelles						
dimensions principales				vitesse limite tr/min graisse	série de base	épaulements en mm		charges de base		flasques		joints		rainure et segment d'arrêt		
<i>d</i> mm	<i>D</i> mm	<i>B</i> mm	<i>r</i> mm			<i>d</i> _a maxi	<i>D</i> _L mini	<i>C</i> daN	<i>C</i> ₀ daN	d'un côté	des 2 côtés	d'un côté	des 2 côtés	<i>D</i> _s	<i>e</i> _s	<i>L</i>
3	9	3	0,3	40 000	10			50	20	*	*	*	*			
	10	4	0,3	40 000	02	5,1	7,9	70	25	*	*	*	*			
	13	5	0,4	38 000	02	5,7	11,4	130	50	*	*	*	*			
	16	5	0,5	36 000	03	6,5	12,5	190	70	*	*	*	*			
5	16	5	0,5	36 000	02	7,1	13,9	190	75	*	*	*	*			
	19	6	0,5	32 000	03	8,0	15,5	245	105	*	*	*	*			
6	19	6	0,5	32 000	02	8,1	16,9	245	105	*	*	*	*			
7	19	6	0,5	30 000	10	9,2	16,9	245	105	*	*	*	*			
	22	7	0,5	30 000	02	10,5	19,8	330	135	*	*	*	*			
8	22	7	0,5	30 000	10	10,5	19,3	330	135	*	*	*	*			
9	24	7	0,5	30 000	10	11,5	21,9	365	165	*	*	*	*			
	26	8	1	28 000	02	13,1	21,9	460	196	*	*	*	*			
10	26	8	0,5	28 000	10	12,8	23,6	460	196	*	*	*	*			
	30	9	1	26 000	02	14,6	25,8	600	265	*	*	*	*	34,7	1,02	3,18
	35	11	1	26 000	03	16,6	29,2	810	345	*	*	*	*	39,7	1,02	3,18
12	28	8	0,5	26 000	10	14,8	25,6	510	240	*	*	*	*			
	32	10	1	24 000	02	16,5	27,9	690	310	*	*	*	*	36,7	1,02	3,18
	37	12	1,5	20 000	03	18,1	31,3	970	420	*	*	*	*	41,3	1,02	3,18

3.9) Sachant qu'un roulement (32) supporte une charge combinée avec $F_a=90\text{daN}$ et $F_r=120\text{daN}$, déterminer les durées L_{10} et L_{10H} si la fréquence de rotation de l'arbre est supposée de 300 tr/min.

Ne rien écrire ici

Valeurs des coefficients X et Y suivant types de roulement

roulements rigides à billes (à contact radial)

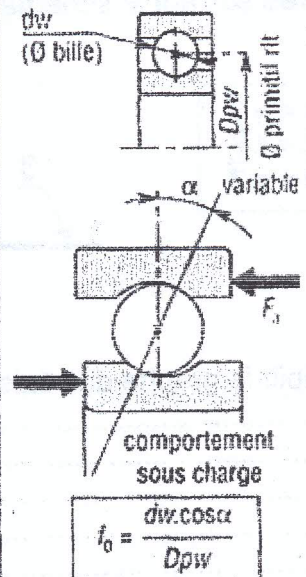
si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r$ ($X = 1$ et $Y = 0$)

si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0.56.F_r + Y.F_a$

les valeurs de e et Y dépendent du rapport $\frac{f_0.F_a}{C_0}$ ou $\frac{F_a}{C_0}$ (voir ci-dessous)

$\frac{f_0.F_a^*}{C_0}$	0.172	0.345	0.689	1.03	1.38	2.07	3.45	5.17	6.89
$\frac{F_a^{**}}{C_0}$	0.014	0.028	0.056	0.084	0.110	0.170	0.283	0.42	0.5
X^*	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Y^*	2.30	1.99	1.71	1.55	1.45	1.31	1.15	1.04	1.00
e^*	0.19	0.22	0.26	0.28	0.30	0.34	0.38	0.42	0.44

* : valeurs NF ISO 281 ; ** : valeurs usuelles



Prénom :

Groupe :

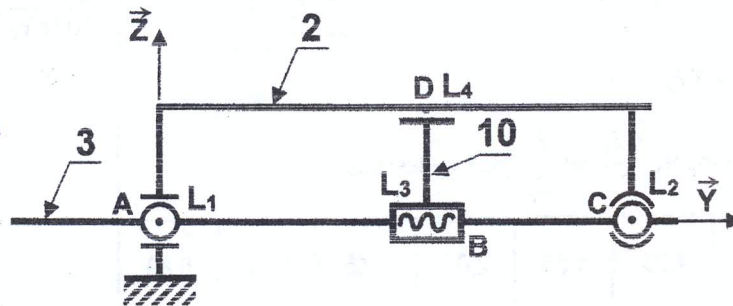
Nom :

Identifiant :

4) THEORIE DES MECANISME : Etude du mécanisme d'entrainement du chariot transversale (10)

On suppose que la modélisation du mécanisme d'entrainement du chariot transversale (10) est configurée suivant le schéma donné par la figure suivante :

$$\begin{aligned} \vec{AB} &= e \vec{Y} \\ \vec{AC} &= f \vec{Y} \\ \vec{BD} &= g \vec{Z} \end{aligned}$$



4.1) Etablir le graphe des liaisons.

4.2) Pour ramener notre mécanisme à une chaîne continue fermée, trouver par une étude statique la liaison équivalente des liaisons en parallèles qui sera définie en A.

Ne rien écrire ici

N.B. : Pour la suite, notre étude se portera sur la configuration du **mécanisme équivalent à une chaîne continue fermée**.

4.3) Par une étude cinématique appliquée au point A, déterminer le degré de mobilité m du mécanisme à chaîne continue fermée. En déduire le degré d'hyperstatisme h .

4.4) Déterminer la loi entrée/sortie du mécanisme.

EXAMEN FINAL de Conception Mécanique (CM) PT1 2^{ème} semestre

A.U. 2021/2022

Prénom :

Groupe :

Nom :

Identifiant :

4.5) Par une étude statique appliquée au point A, déterminer le(s) inconnue(s) hyperstatique(s).

N.B. : On notera $\{\tau_E\}_A = \begin{Bmatrix} X_E & L_E \\ Y_E & M_E \\ Z_E & N_E \end{Bmatrix}_A$ et $\{\tau_S\}_A = \begin{Bmatrix} X_S & L_S \\ Y_S & M_S \\ Z_S & N_S \end{Bmatrix}_A$ les torseurs statiques des

actions mécaniques extérieurs appliquées respectivement sur les solides d'entrée et de sortie du mécanisme.

Ne rien écrire ici

4.6) Nous souhaitons modifier la liaison en D par une liaison ponctuelle de normal (D, Z). Déterminer pour cette nouvelle configuration le degré d'hyperstatisme h' .

Prénom : Groupe :

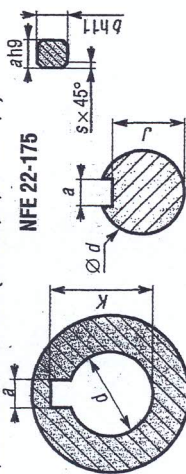
Nom : Identifiant :

5) ETUDE DE CONCEPTION GRAPHIQUE

Nous souhaitons apporter une nouvelle solution de montage concernant le guidage en rotation de la vis (3) par rapport à (2), sachant que le palier gauche (coté mécanisme d'entraînement) est plus sollicité, il serait plus commode donc d'utiliser un roulement plus robuste et rigide. Nous proposons aussi de modifier la solution de la liaison encastrement de (3) par rapport à (7) pour une meilleure rigidité.

Compléter ainsi le dessin ci-dessous représenté à l'échelle 1:1, en assurant :

- Le guidage en rotation par les deux roulements (type BC) déjà esquissés,
- La liaison complète de la poulie crantée (7) avec (3), en utilisant une :
 - ✓ Ecrou à encoche (voir extrait doc. Constructeur ci-contre),
 - ✓ Clavette parallèle, forme C 4x4x10 (J=d-2,5 ; K=d+1,8).



- Placer sur le dessin les ajustements nécessaires au bon fonctionnement et au montage des roulements (32) ainsi que l'ajustement entre (3) et (7).

Ne rien écrire ici

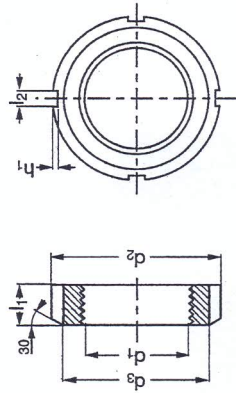
Le montage de la vis (3) est hyperstatique. En effet, l'écrou (5) ne peut pas être parfaitement coaxial avec les roulements (32). Compléter par :

- Une solution satisfaisant la coaxialité de la vis (5) par rapport aux roulements (32).

MICHAUD CHAILLY
SA
ATTITUDE

modèle **F2-10**

Ecrou de serrage

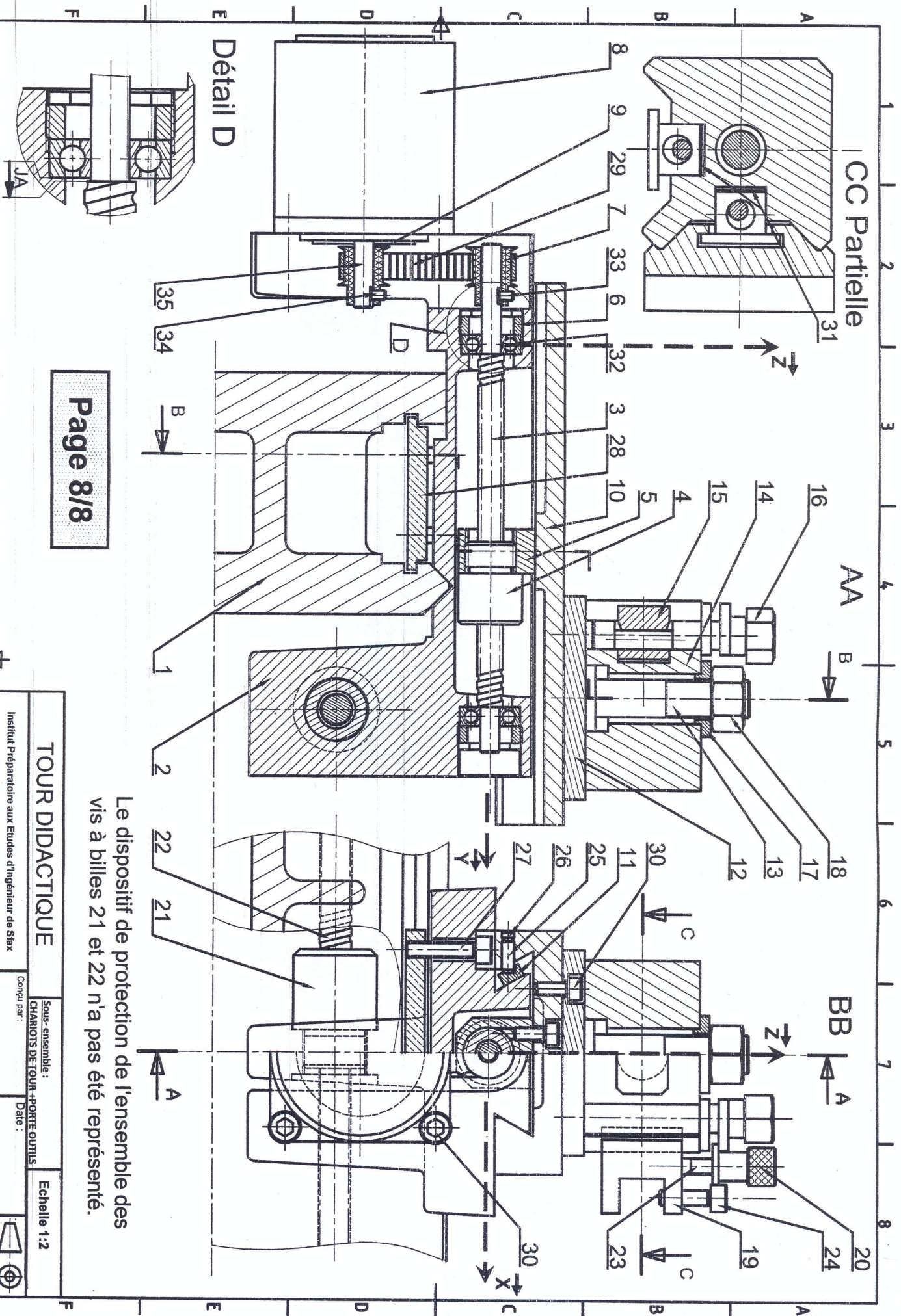


Produit associé
F2-11 Page 11/42

MATÉRIE
- Acier.
- Filage métrique ISO tolérance 5H.
• Délai réalisé • Contacter-nous

Référence
Exemple de commande **F2-10-03**

	d ₁ x pas	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	d ₉ pas		Poids g	h ₁	l ₁	l ₂	l ₃	Poids g
F2-10-00	● M10x0,75	18	13,5	4	3	2	0,005										
F2-10-01	● M12x1	22	17	4	3	2	0,007										
F2-10-02	● M15x1,5	25	21	5	4	2	0,010										
F2-10-08	● M40x1,5	58	50	9	6	2,5	0,085										
F2-10-09	● M45x1,5	65	56	10	6	2,5	0,120										
F2-10-10	● M50x1,5	70	61	11	6	2,5	0,150										



Nom:

Prénom :

Classe :

CIN/Passeport :

A- ÉLABORATION DU BRUT

A-1. Soit à fabriquer un coussinet auto lubrifiant en bronze

- Quel procédé faut-il choisir pour fabriquer cette pièce ? Justifier ce choix.

Réponse :

- Nommer et expliquer brièvement les deux principales étapes d'obtention du coussinet par le procédé choisi suite à une étape préliminaire de mélangeage.

Etape I:

Etape II:

- Citer trois avantages de ce procédé.

Réponse :

A-2. Si on désire fabriquer le coussinet sans collerette en matière thermoplastique.

- Quel procédé faut-il choisir pour fabriquer cette pièce ?

Réponse :

- Quel est le nom de la machine utilisée pour fabriquer cette pièce ?

Réponse :

- Quel est le nom d'outillage pour fabriquer cette pièce ?

Réponse :

NE RIEN ECRIRE ICI

A-3. Répondre en mettant un (X) dans la bonne case.

Vrai	Faux	
☐	☐	La préparation de la préforme est la première étape de l'extrusion soufflage
☐	☐	La mise en forme des poudres permet de réduire la porosité
☐	☐	Le frittage permet de donner la forme finale de la pièce
☐	☐	Le retour élastique des matériaux augmente l'angle après pliage en l'air
☐	☐	Les thermodurcissables se ramolissent sous l'action de la chaleur
☐	☐	Les thermoplastiques prennent la forme en se refroidissant

B- TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLE :

Étude de la fabrication d'un couvercle

L'obtention d'un couvercle en X 5 Cr Ni 18-10 nécessite plusieurs opérations de mise en forme comme l'illustre la figure B1.

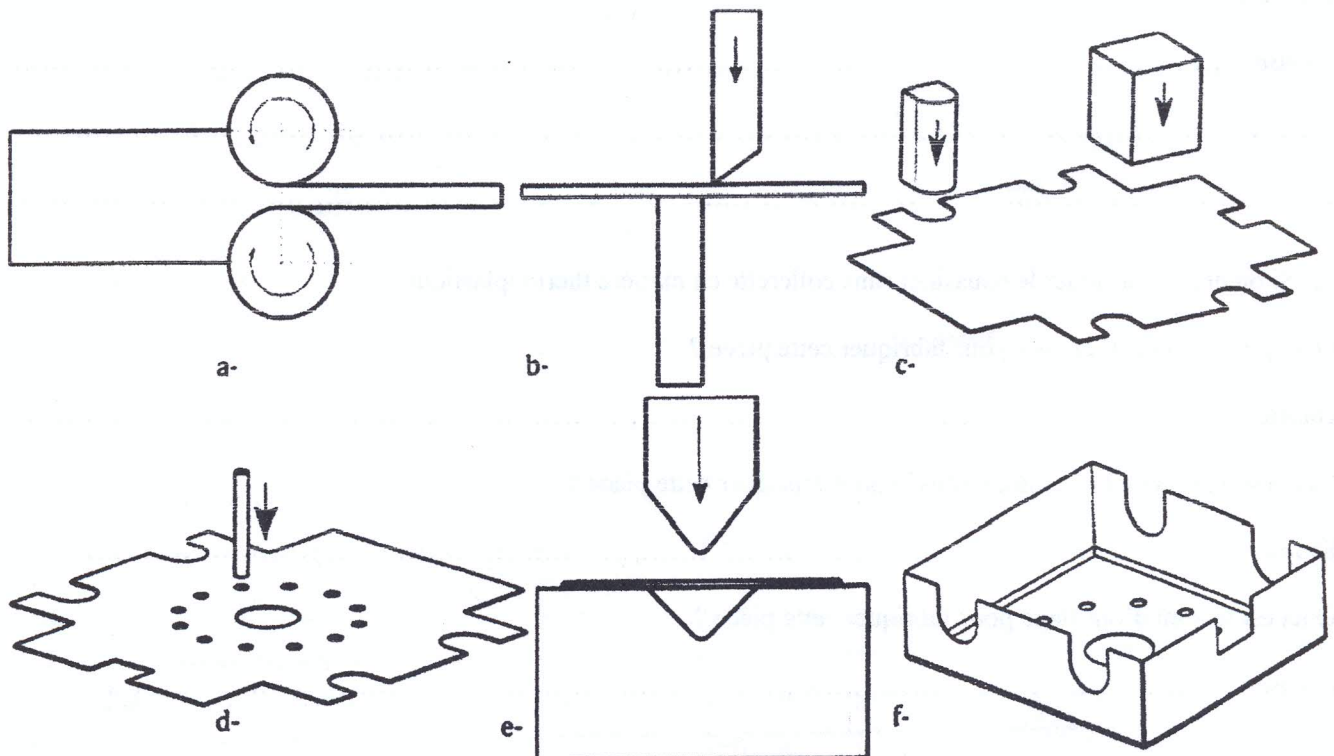


Figure B1. Procédés de mise en forme du couvercle

B-1. Compléter le tableau suivant et nommer chaque opération de mise en forme permettant la production du couvercle.

Rep.	Opération	Rep.	Opération
a		d	.....
b		e	.....
c		f	Soudage

B-2. Expliciter la désignation du matériau du couvercle X 5 Cr Ni 18-10:

X	.....
5	.....
Cr	.....
Ni	.....
18	.....
10	.....

B-3. Pour la réalisation d'un trou $\Phi 120\text{mm}$, on utilise une matrice et un poinçon (figures B.2 et B.3), montés sur une presse de 40 Tonnes.

- Calculer l'effort de poinçonnage F_p .
- Est-il possible de réaliser ce trou sur cette machine, sachant que la résistance pratique au cisaillement du matériau ($R_g = 480\text{ MPa}$) ?
- Sinon proposer une solution technologique permettant de réussir cette opération.

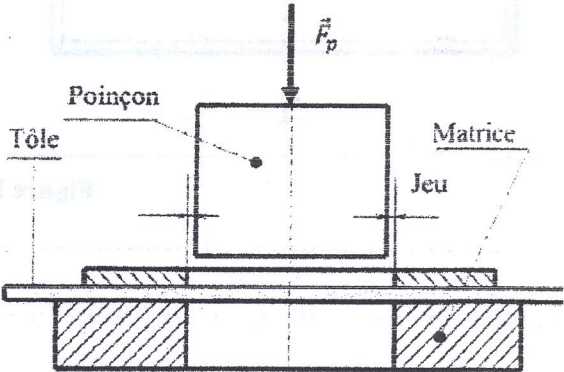


Figure B.2 Outillage de poinçonnage

$F_p =$

.....

B-4. En se rapportant sur le dessin de définition du couvercle sur la *figure B.3*, calculer la longueur (Ld) et la largeur (ld) développées du flan de départ:

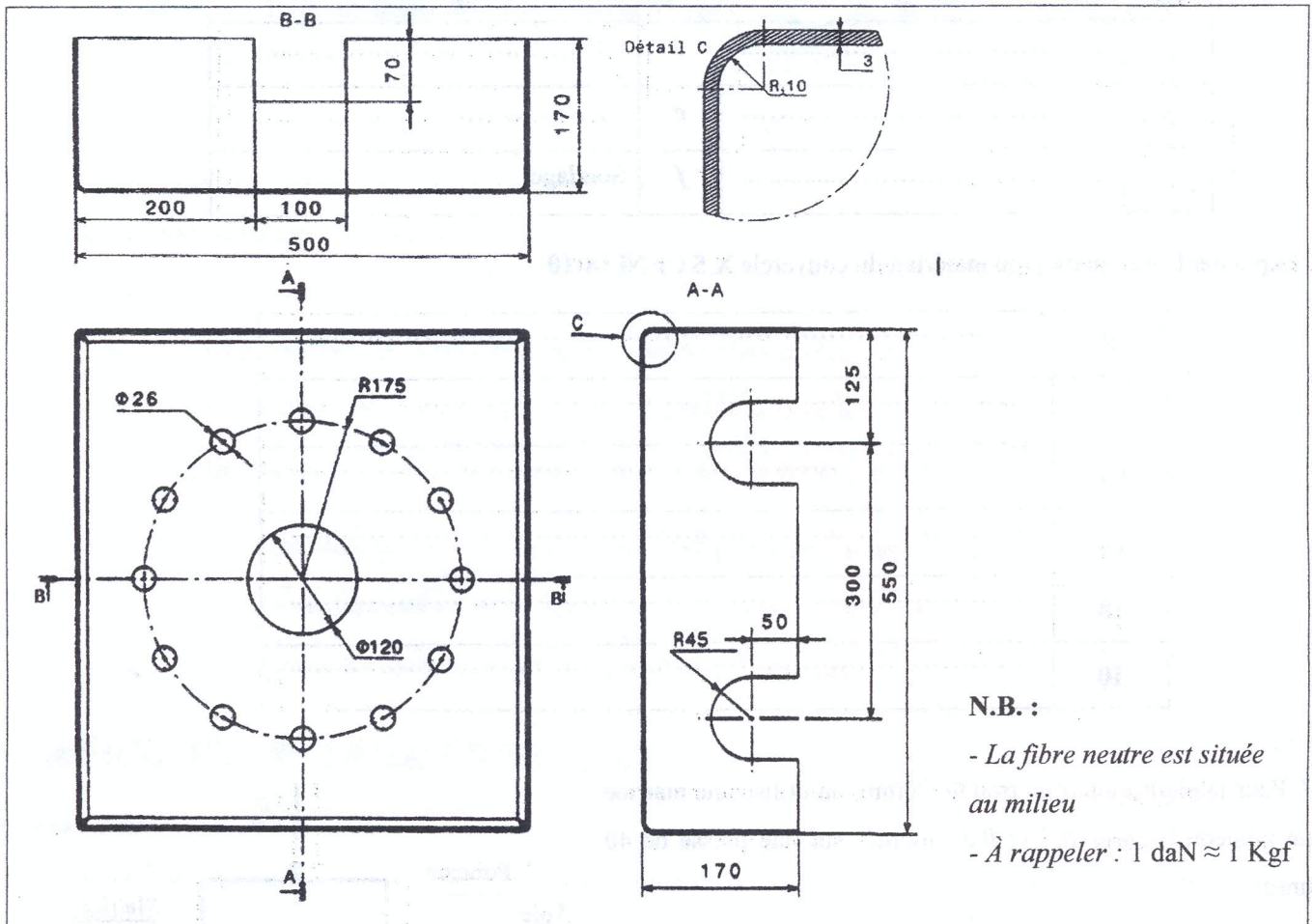


Figure B.3-Couvercle Caisson

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$Ld =$	$ld =$
--------------	--------------