

CONCOURS COMMUN 2002

DES ÉCOLES DES MINES D'ALBI, ALES, DOUAI, NANTES

Épreuve spécifique de Sciences Industrielles

(filière PTSI)

Mercredi 22 mai 2002 de 8h00 à 12h00

DOCUMENT RÉPONSE

Instructions générales

Attention – Vous devez impérativement inscrire votre code candidat sur chaque page du DOCUMENT RÉPONSE. En fin d'épreuve, vous aurez à rendre une feuille de composition sur laquelle vous aurez collé l'étiquette correspondante et dans laquelle vous aurez inséré vos documents réponses, même vierges.

Instructions particulières

Les 5 parties sont indépendantes.

Temps approximatif à prévoir par partie :

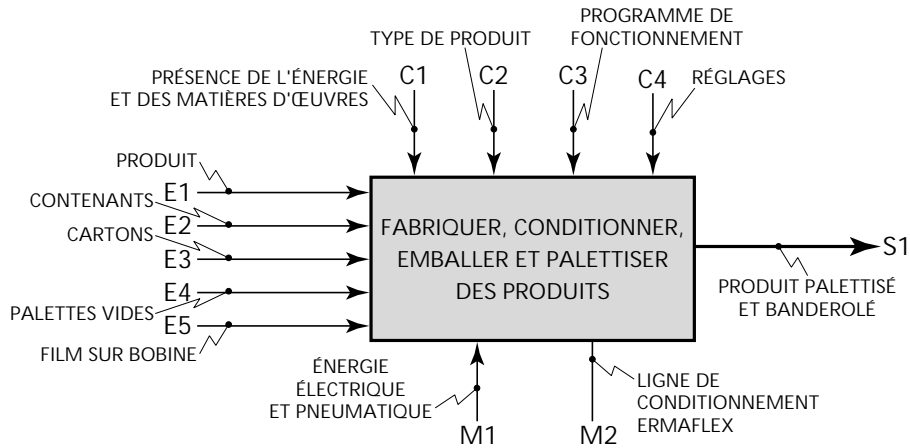
- lecture du sujet20 minutes
- partie A10 minutes
- partie B30 minutes
- partie C30 minutes
- partie D1 heure 20 minutes
- partie E1 heure 10 minutes

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

--	--	--	--	--

A. Mise en situation, constitution et caractéristiques

■ A.1. Diagramme SADT de niveau A-0 de la ligne de conditionnement ERMAFLEX



B. Approche fonctionnelle et structurale de la banderoleuse

■ B.1. Mise en évidence de la boucle d'asservissement de déroulement du film

Voir le diagramme de la page suivante.

■ B.2. Nature des informations I1 à I7

Repère de l'information	Nature de l'information	
	logique (binaire)	analogique
I1		✓
I2		✓
I3	✓	
I4	✓	
I5	✓	
I6	✓	
I7	✓	

■ B.3. Justification de l'utilisation de la cellule de détection du haut du produit palettisé

La hauteur des produits palettisés pouvant varier (720 à 760 mm), il est nécessaire de détecter à l'aide de la cellule l'endroit précis où le chariot doit s'arrêter afin que le banderolage ne s'effectue pas dans le vide. Par contre, en cas de non fonctionnement de cette cellule, il faut limiter la course du chariot vers le haut, ce qui est réalisé grâce au détecteur de fin de course haut. La cellule ne fait donc pas double usage avec le capteur de fin de course.

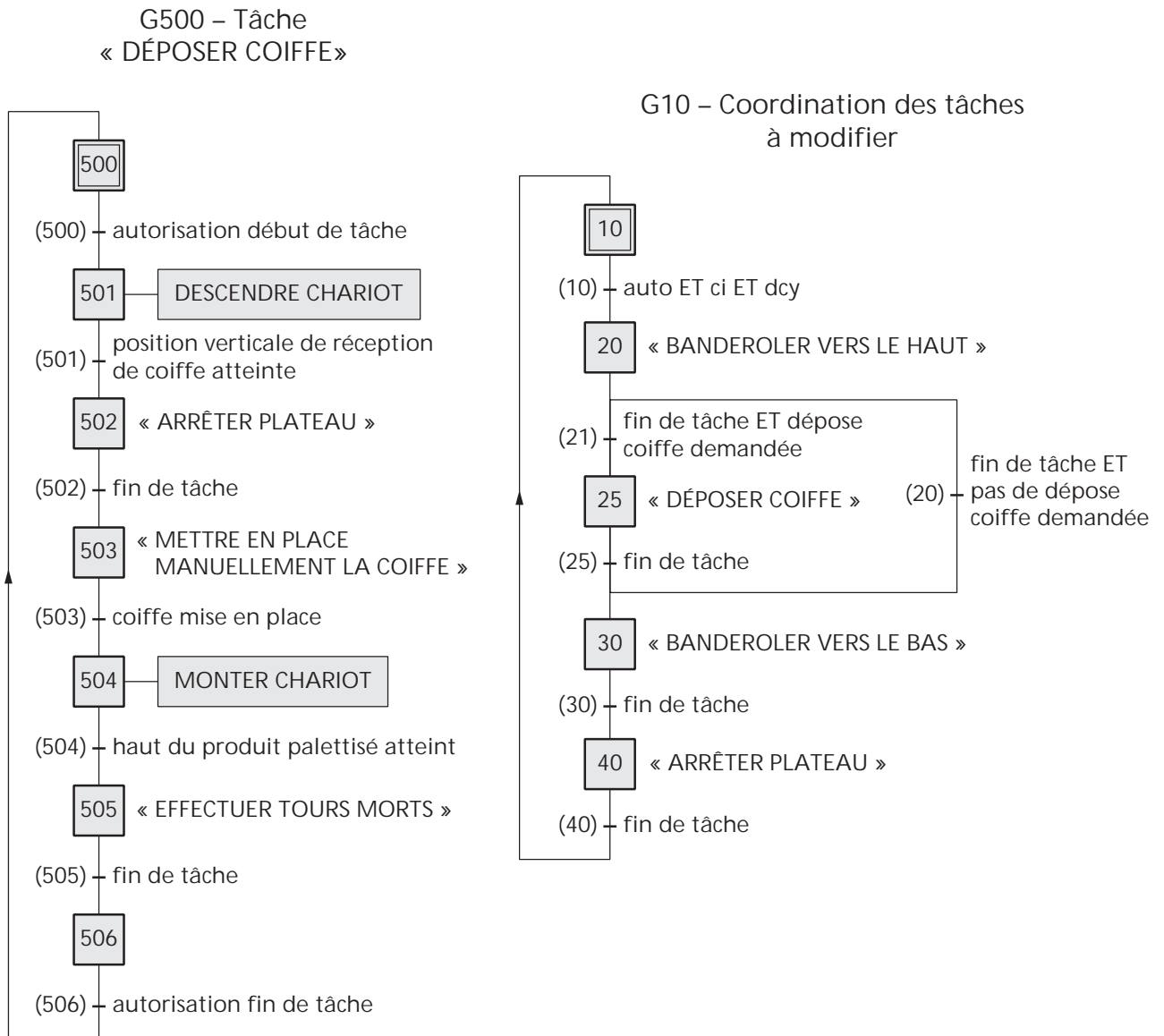
■ **B.4. Données et fonctions mises en cause en cas de rupture du film**

Voir le diagramme de la page précédente.

JUSTIFICATION – En cas de rupture du film, l'information I2 (tension du film) n'est plus transmise à la partie commande qui ne génère donc plus les ordres I1 (ordre de déroulement du film), I6 (ordre de déplacement vertical) et I7 (ordre de mise en rotation). Les fonctions 2, 3 et 4 ne sont plus assurées, le film n'est plus pré-étiré ni déroulé, ni déposé et le produit palettisé n'est plus banderolé. Par contre, la fonction 1 (gérer le fonctionnement) reste active.

C. Fonctionnement séquentiel de la banderoleuse

■ **C.1. Modification du tracé du grafcet G10 permettant de prendre en compte ou non la pose d'une coiffe**



■ C.2. Expression booléenne traduisant la commande de mise en rotation du plateau

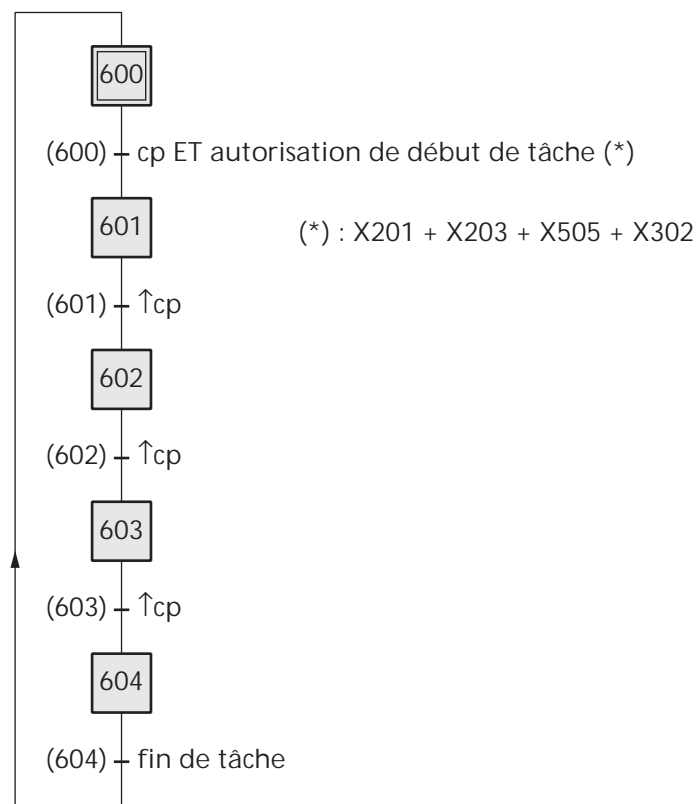
La rotation du plateau s'effectue en permanence sauf :

- lorsque le système n'est pas démarré (attente à l'étape 10) ;
- lorsque l'arrêt est explicitement demandé (étapes 40 et 502).

La condition se traduit donc par la condition booléenne suivante :

$$\overline{X10} . \overline{X40} . \overline{X502} . \overline{X503}$$

■ C.3. Description du sous-programme G600 « EFFECTUER TOURS MORTS »



■ C.4. Tableau des réceptivités

Transition	(30)	(40)	(300)	(303)	(400)	(402)
Réceptivité d'un « point de vue système »	Fin de tâche	Fin de tâche	Autorisation début de tâche	Autorisation fin de tâche	Autorisation début de tâche	Autorisation fin de tâche
Réceptivité d'un « point de vue grafcet »	X303	X402	X30	X40	X40 + X502	X10 + X503

--	--	--	--	--

■ **D.3.2. Torseur cinématique $\{\mathcal{V}_{1/0}\}_S$, $\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1$ du solide (1) par rapport au solide (0) en S**

Par définition, $\{\mathcal{V}_{1/0}\}_S = \begin{Bmatrix} \vec{\Omega}_{1/0} \\ \vec{V}_{S,1/0} \end{Bmatrix}_S$

avec $\vec{V}_{S,1/0} = \vec{V}_{O,1/0} + \vec{\Omega}_{1/0} \wedge \vec{OS}$
 $= \vec{0} + \dot{\theta} \vec{z}_0 \wedge \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{x}_1$
 $= \dot{\theta} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{y}_1$

d'où $\{\mathcal{V}_{1/0}\}_S = \begin{Bmatrix} \vec{\Omega}_{1/0} = \dot{\theta} \vec{z}_0 \\ \vec{V}_{S,1/0} = \dot{\theta} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{y}_1 \end{Bmatrix}_{S, R_1}$

■ **D.3.3. Condition de non glissement en S de (3) par rapport à (1)**

Cette condition se traduit par $\vec{V}_{S,3/1} = \vec{0}$

La composition des mouvements en S entre 0, 1 et 3 donne $\vec{V}_{S,3/0} = \vec{V}_{S,3/1} + \vec{V}_{S,1/0}$

soit $\vec{V}_{S,3/0} = \vec{V}_{S,1/0}$ et $\vec{V}_{S,3/0} = \dot{\theta} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{y}_1$

■ **D.3.4. Vitesse de défilement du film $v_d = \vec{V}_{S,3/0} \cdot \vec{x}_2$ en fonction de a, b, θ, β et $\dot{\theta}$**

$v_d = \vec{V}_{S,3/0} \cdot \vec{x}_2$
 $= \dot{\theta} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{y}_1 \cdot \vec{x}_2$

Or $\vec{y}_1 \cdot \vec{x}_2 = \|\vec{y}_1\| \|\vec{x}_2\| \cos\left(-\frac{\pi}{2} - \theta + \beta\right)$
 $= -\sin(\theta - \beta)$

En définitive, $v_d = -\dot{\theta} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \sin(\theta - \beta)$

■ D.3.5. Valeur de la tangente de l'angle β en fonction de a, b, c et θ

Écrivons la fermeture géométrique de chaîne entre les solides 0, 1 et 3 :

$$\vec{OA} + \vec{AS} + \vec{SO} = \vec{0}$$

$$c \vec{x}_0 - \lambda \vec{x}_2 - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \vec{x}_1 = \vec{0}$$

En projetant sur le repère R_O , on obtient :

$$c \vec{x}_0 - \lambda (\cos(\beta) \vec{x}_0 + \sin(\beta) \vec{y}_0) - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} (\cos(\theta) \vec{x}_0 + \sin(\theta) \vec{y}_0) = \vec{0}$$

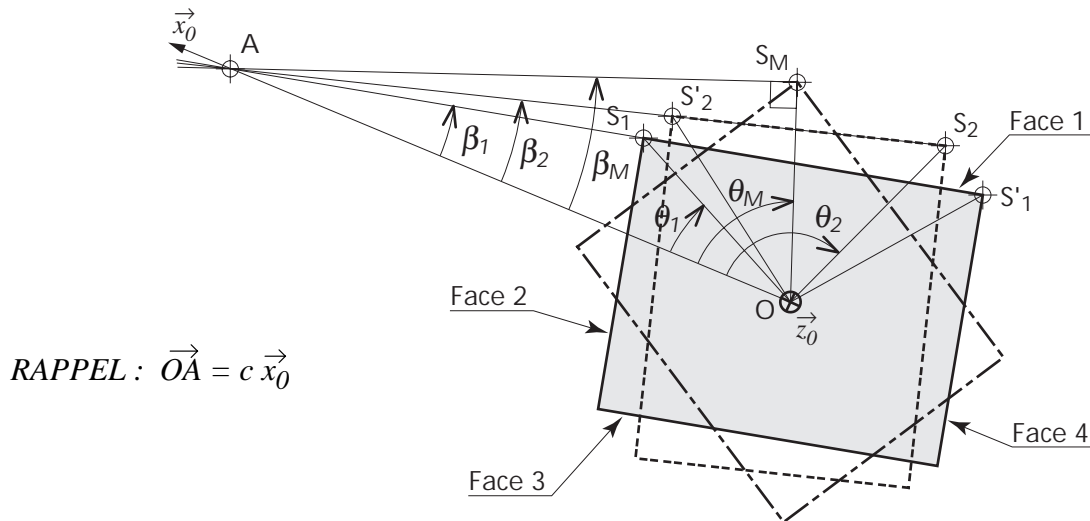
Ce qui donne

$$\begin{cases} c - \lambda \cos(\beta) - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \cos(\theta) = 0 & \Rightarrow \lambda \cos(\beta) = c - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \cos(\theta) \\ -\lambda \sin(\beta) - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \sin(\theta) = 0 & \Rightarrow \lambda \sin(\beta) = -\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \sin(\theta) \end{cases}$$

En faisant le quotient des deux quantités, on trouve

$$\tan(\beta) = -\frac{\sqrt{a^2 + b^2} \sin(\theta)}{2c - \sqrt{a^2 + b^2} \cos(\theta)}$$

■ D.3.6. Justification et expression de β_1, β_2 et β_M , valeurs numériques (en degré)



RAPPEL : $\vec{OA} = c \vec{x}_0$

L'angle β_1 correspond à l'angle que fait le film lorsqu'il est aligné avec le grand côté de la palette.

$$\sin(\beta_1) = -\frac{a}{c} = -\frac{a}{2c} = -0,15 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\beta_1 = -8,62^\circ}$$

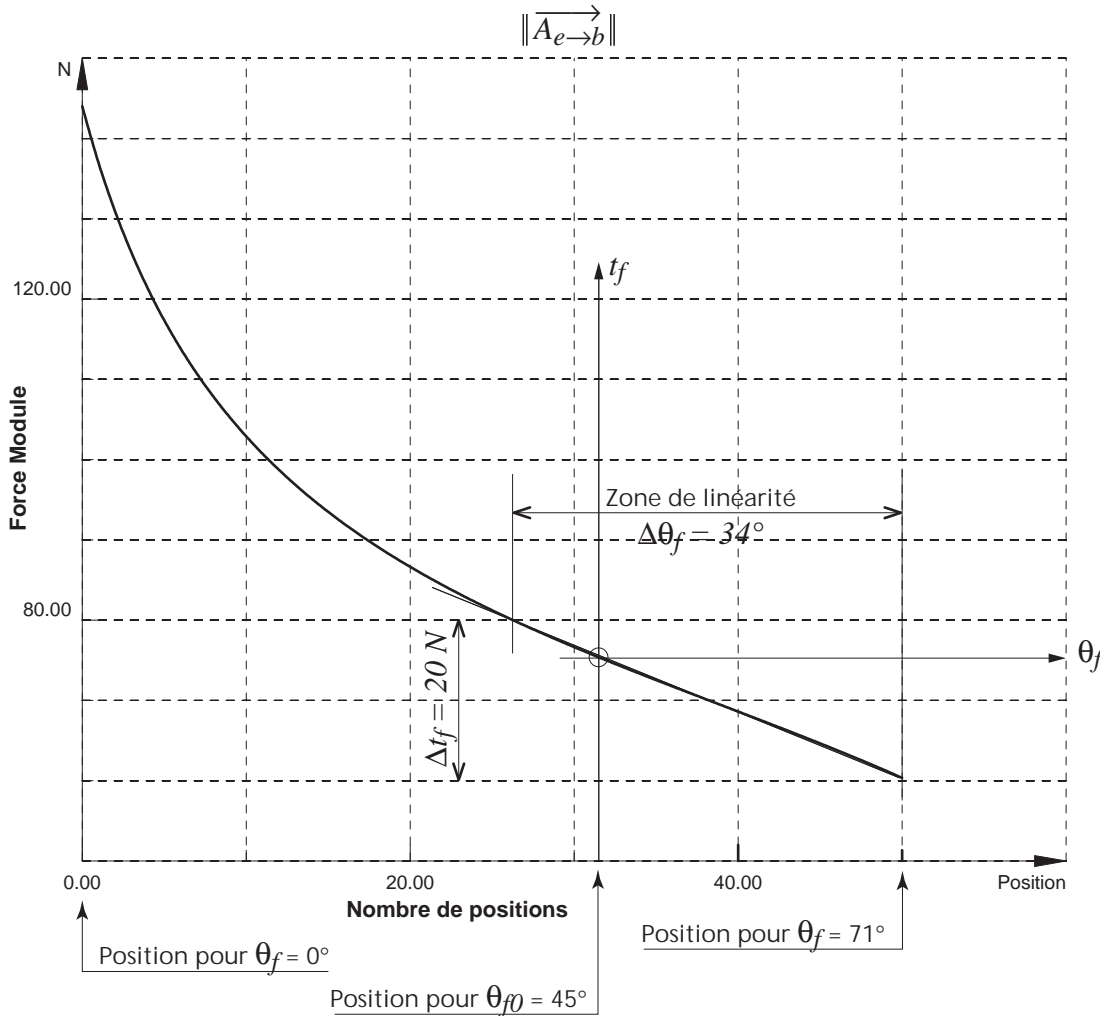
L'angle β_2 correspond à l'angle que fait le film lorsqu'il est aligné avec le petit côté de la palette.

$$\sin(\beta_2) = -\frac{b}{c} = -0,2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\beta_2 = -11,54^\circ}$$

L'angle β_M correspond à l'angle maximal que peut faire le film lorsque le point S est le plus éloigné du point O.

$$\sin(\beta_M) = -\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2c} = -0,25 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\beta_M = -14,48^\circ}$$

■ D.4.4. Tracé du nouveau repère



■ D.4.5. Équation de la droite dans le nouveau repère soit $t_f = g_2(\theta_f)$

La droite correspondant à la zone linéarisée a pour pente $-\frac{\Delta t_f}{\Delta \theta_f} = -\frac{20}{34} = -\frac{1}{1,7}$

La droite a donc pour équation $t_f = -\frac{1}{1,7} \theta_f$

■ D.4.6. Traduction de l'équation dans le domaine symbolique et fonction de transfert du bras de détection.

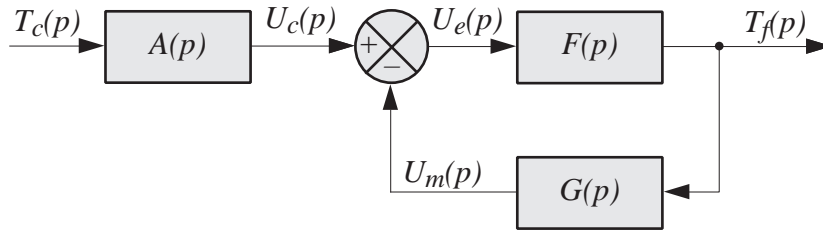
Dans le domaine symbolique de Laplace, cette équation devient $T_f(p) = -\frac{1}{1,7} \Theta_f(p)$

ou encore $\Theta_f(p) = -1,7 T_f(p)$

D'où la fonction de transfert :



■ D.4.9. Gain statique du système asservi



Pour que la condition $T_c - T_f(p) = 0$ soit satisfaite, il faut valeur des grandeurs d'entrée et de sortie soient les mêmes. On doit donc avoir :

$$K = 1$$

■ D.4.10. Fonction de transfert $A(p)$

Les grandeurs $U_c(p)$ et $U_m(p)$ à comparer doivent être de même nature et de même grandeur. On doit donc avoir :

$$A(p) = G(p)$$

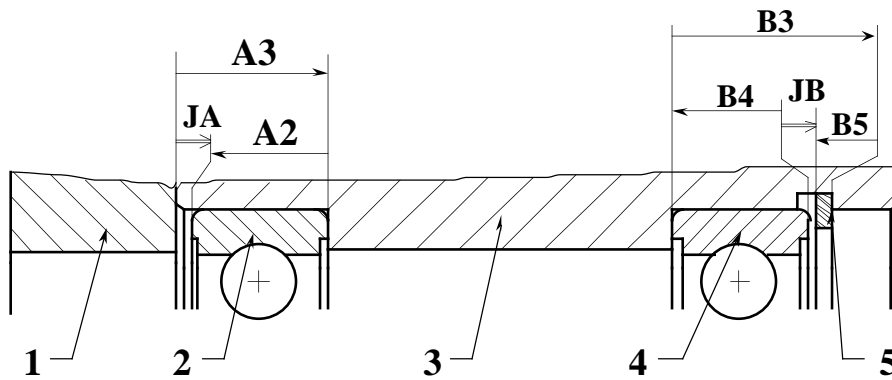
$$G(p) = (-1,7) \times \left(-\frac{1}{3}\right) \times \left(\frac{1}{7,5}\right) = 0,076 \text{ V.N}^{-1}$$

$$A(p) = 0,076 \text{ V.N}^{-1}$$

E. Instrumentation de la banderoleuse

E.1. Cotation fonctionnelle du support de roulements (DOCUMENT 6)

■ E.1.1. Calcul de cotes



$$JA_{\text{Max}} = A3_{\text{Max}} - A2_{\text{min}} = 14,3 - 13,88 = 0,42$$

$$JA_{\text{min}} = A3_{\text{min}} - A2_{\text{Max}} = 14,1 - 14 = 0,1$$

$$JB_{\text{min}} = -B4_{\text{Max}} + B3_{\text{min}} - B5_{\text{Max}}$$

$$0,05 = -14 + B3_{\text{min}} - 1,75$$

$$B3_{\text{min}} = 0,05 + 14 + 1,75 = 15,8$$

$$JA_{\text{Max}} = 0,42 \text{ mm}$$

$$JA_{\text{min}} = 0,1 \text{ mm}$$

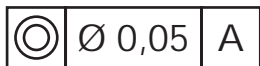
$$Bj_{\text{Max}} = B3_{\text{Max}} = 16 \text{ mm}$$

$$Bj_{\text{min}} = B3_{\text{min}} = 15,8 \text{ mm}$$

$$ITBj = ITB3 = 0,2 \text{ mm}$$

--	--	--	--	--

■ E.1.2. Spécification géométrique de position relative



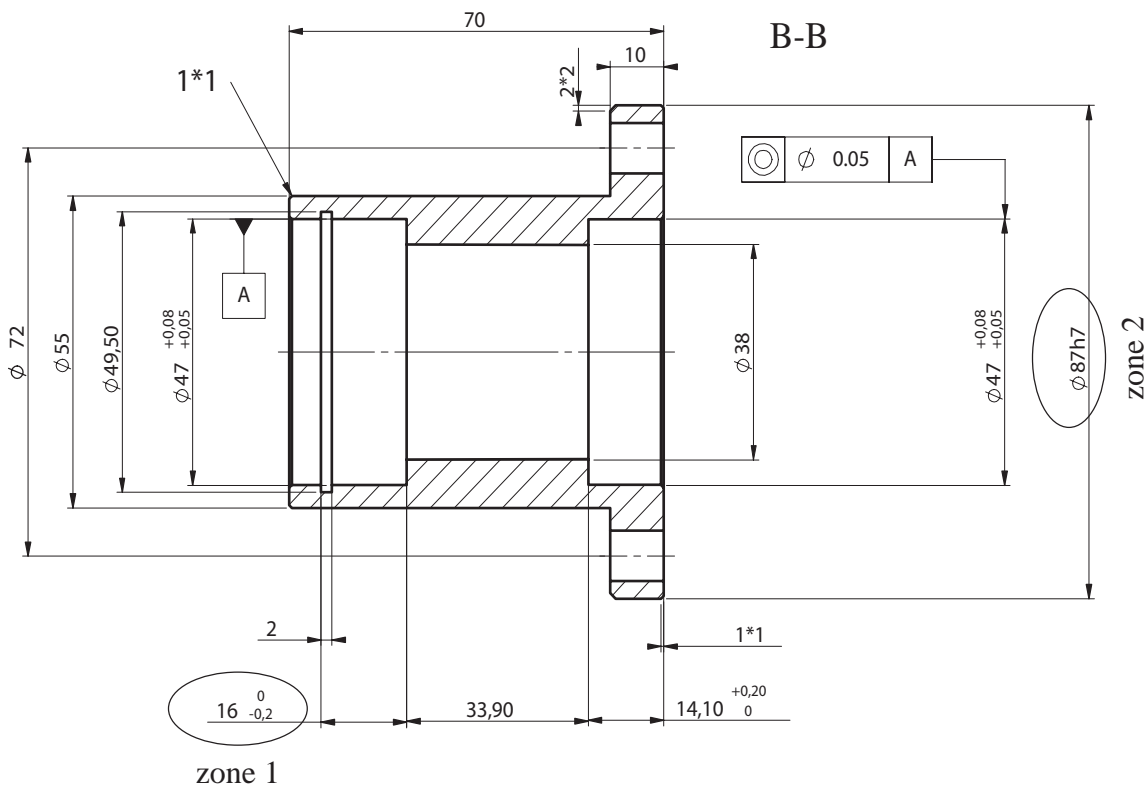
Définition : Coaxialité de l'élément spécifié (alésage Ø47) par rapport à **A** de 0,05 mm.

Signification : Pour que la spécification soit satisfaite, l'axe de l'élément spécifié (alésage Ø47) doit être contenu dans un cylindre de Ø0,05 mm dont l'axe est celui de **A**, et dont la longueur est égale à celle de l'élément spécifié.

■ E.1.3. Désignation "ISO" complète de l'ajustement

Ø87 H8h7 : Mise en position de deux surfaces cylindriques sans mouvement relatif.

■ E.1.4. Cotation fonctionnelle



E2. Éléments d'étude de fabrication

■ E.2.1. Usinage des surfaces

Surface usinée	Nom de l'opération	Outil utilisé	Machine possible
F1 - F2	alésage	à aléser dresser	tour
F3	exécution d'une gorge	à gorge	tour
F4	perçage	forêt	perceuse
F5	lamage	fraise à lamer	perceuse

E.3. Conception d'une pièce moulée

■ E.3.1. Désignation complète de l'alliage initialement utilisé

A-U4G : Alliage d'aluminium contenant :

- 4% de Cuivre ;
- du Magnésium (< 1%).

■ E.3.2. Proposition et désignation d'un alliage pour la pièce moulée

EN GJS 400-15 (FGS 400-15)

Fonte à graphite sphéroïdal dont les caractéristiques mécaniques sont :

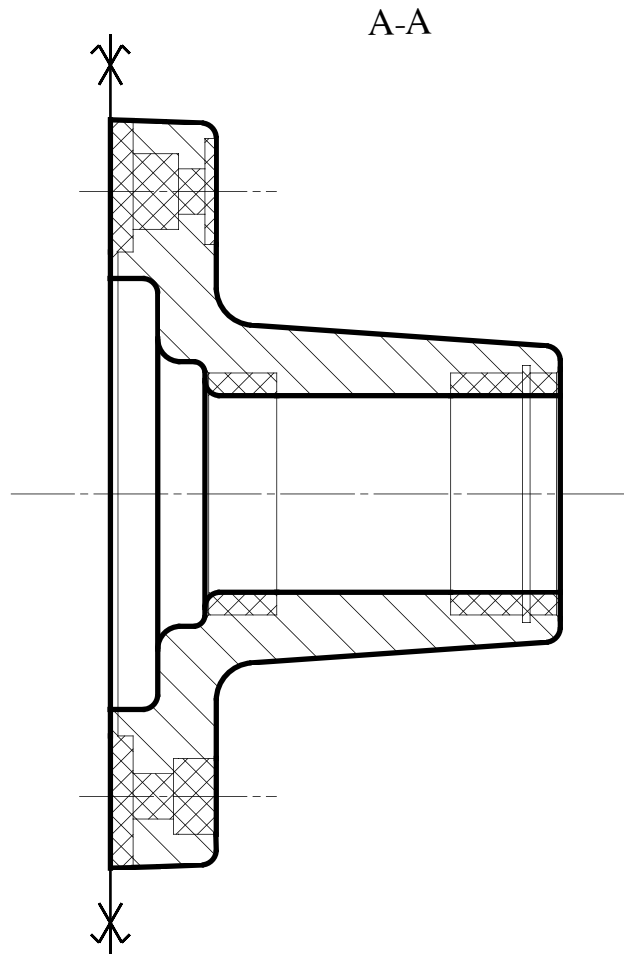
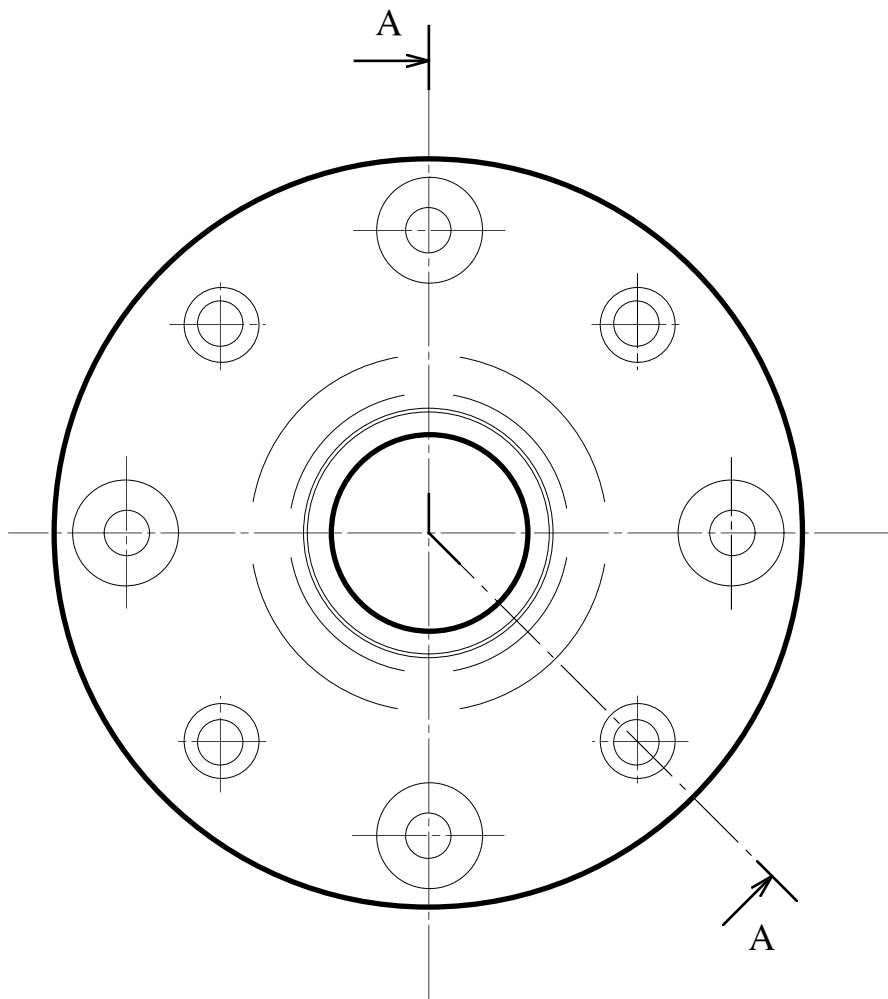
- résistance minimale à la traction : $R_m = 400 \text{ MPa}$;
- allongement : 15%.

Autres propositions acceptées :

Exemple – EN GJL 200 (FGL 200) : fonte à graphite lamellaire ($R_m = 200 \text{ MPa}$).

■ E.3.3. Conception de la bride support de roulements

Voir le calque réponse A3H.



Solution possible

--	--	--	--	--