

Proposition de corrigé

Concours : Mines AADN

Année : 2010

Filière : PTSI

Épreuve : Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Ceci est une proposition de corrigé des concours de CPGE, réalisée bénévolement par des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique, membres de l'[UPSTI](http://www.upsti.fr) (Union des Professeurs de Sciences et Techniques Industrielles), et publiée sur le site de l'association :

<https://www.upsti.fr/espace-etudiants/annales-de-concours>

A l'attention des étudiants

Ce document vous apportera des éléments de corrections pour le sujet traité, mais n'est ni un corrigé officiel du concours, ni un corrigé détaillé ou exhaustif de l'épreuve en question.

L'UPSTI ne répondra pas directement aux questions que peuvent soulever ces corrigés : nous vous invitons à vous rapprocher de vos enseignants si vous souhaitez des compléments d'information, et à vous adresser à eux pour nous faire remonter vos éventuelles remarques.

Licence et Copyright

Toute représentation ou reproduction (même partielle) de ce document faite sans l'accord de l'UPSTI est **interdite**. Seuls le téléchargement et la copie privée à usage personnel sont autorisés (protection au titre des [droits d'auteur](#)).

En cas de doute, n'hésitez pas à nous contacter à : corrigesconcours@upsti.fr.

Informez-vous !

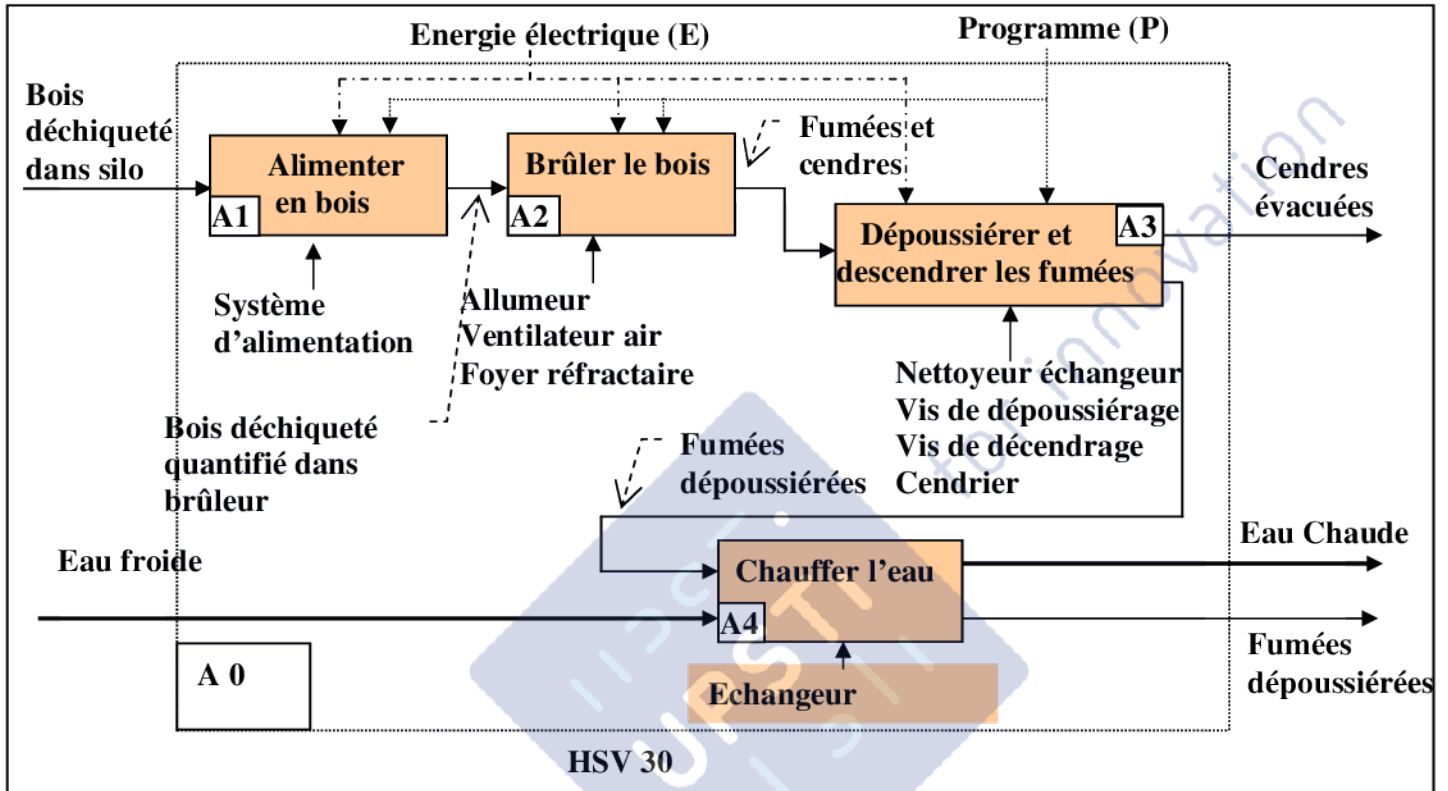
Retrouvez plus d'information sur les [Sciences de l'Ingénieur](#), l'[orientation](#), les [Grandes Ecoles](#) ainsi que sur les [Olympiades de Sciences de l'Ingénieur](#) et sur les [Sciences de l'Ingénieur au Féminin](#) sur notre site : www.upsti.fr

L'équipe UPSTI

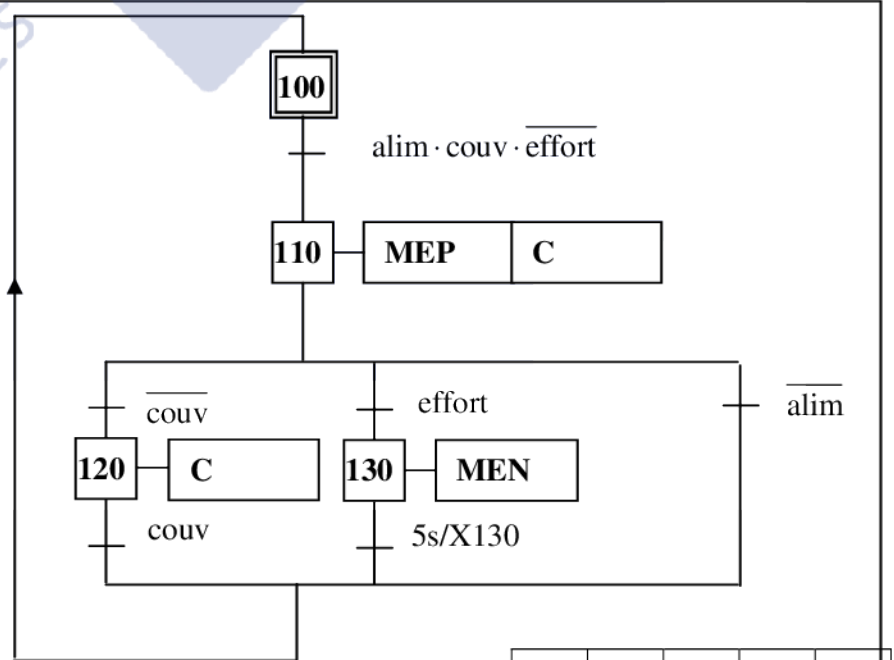
CONCOURS COMMUN 2010 DES ECOLES DES MINES D'ALBI, ALES, DOUAI, NANTES

Corrigé de l'épreuve Spécifique de Sciences Industrielles
(Filière PTST)

Partie B :
Réponse B1 :



Partie C :
Réponse C1 et C2 :
GRAFCET « Alimentation bois »

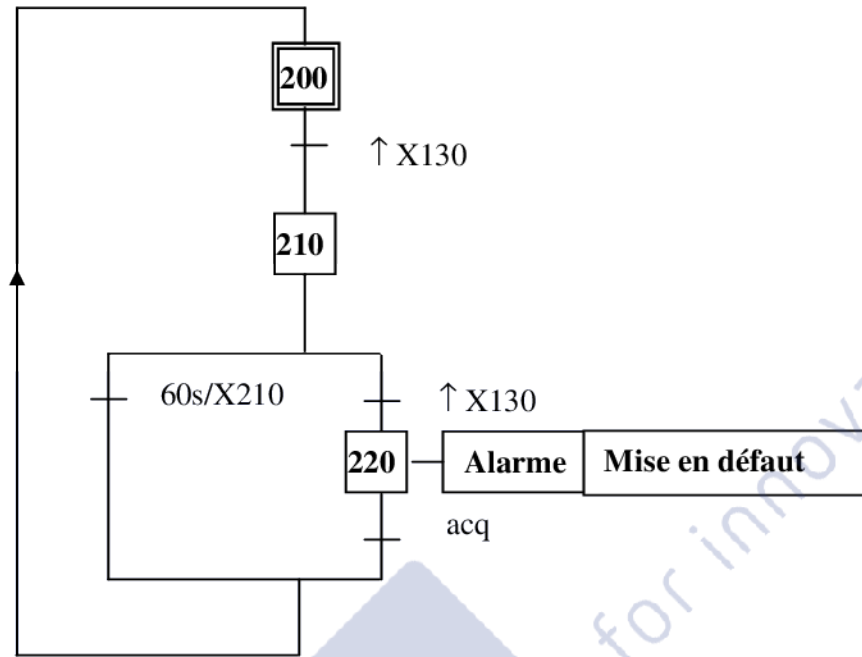


Epreuve de Sciences Industrielles PTST
Page 1/14

Code Candidat

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Réponse C3 :
GRAFCET « Sécurité Alimentation »



Partie D :

Réponse D2-1 :

Fermeture géométrique :

$$\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CO} = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow r.\vec{x}_1 + l.\vec{y}_2 - R.\vec{x}_3 + L.\vec{x}_0 = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} / \vec{x}_0: & r.\cos \theta_{10} - l.\sin \theta_{20} - R.\cos \theta_{30} + L = 0 \\ / \vec{y}_0: & r.\sin \theta_{10} + l.\cos \theta_{20} - R.\sin \theta_{30} = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (l.\sin \theta_{20})^2 = (-R.\cos \theta_{30} + r.\cos \theta_{10} + L)^2 \\ (l.\cos \theta_{20})^2 = (-R.\sin \theta_{30} + r.\sin \theta_{10})^2 \end{cases}$$

donc $l^2 = (-R.\cos \theta_{30} + r.\cos \theta_{10} + L)^2 + (R.\sin \theta_{30} - r.\sin \theta_{10})^2$

Réponse D2-2 :

A partir de l'expression précédente, il est possible d'écrire $\theta_{30} = g(\theta_{10})$.

La relation $\omega_{30} = f(\omega_{10}, \theta_{10})$ est obtenue par dérivation de $\theta_{30} = g(\theta_{10})$ en posant

$\omega_{30} = \dot{\theta}_{30}$ et en remplaçant θ_{30} par $g(\theta_{10})$.

$\omega_{10} = \dot{\theta}_{10}$

Réponse D2-3 :

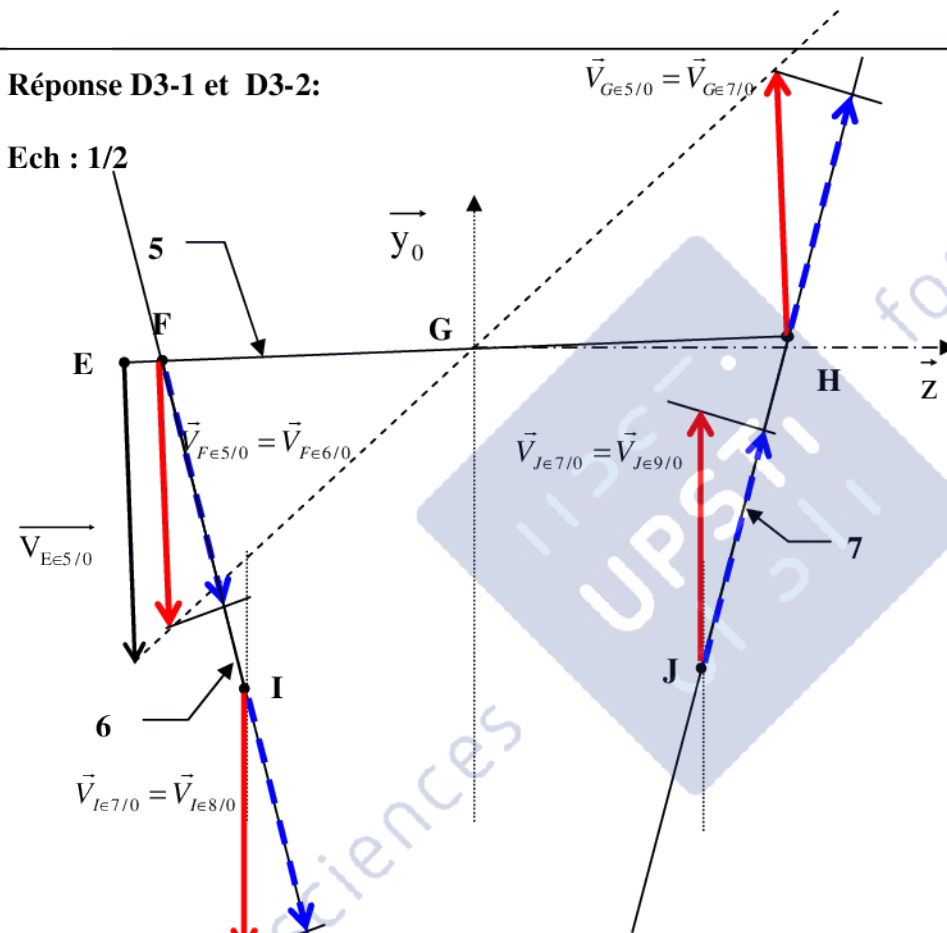
$$\vec{V}_{D \in 3/0} = \left[\frac{d}{dt} \overline{CD} \right]_{R_0} = d \cdot \left[\frac{d}{dt} \vec{x}_3^* \right]_{R_0} = d \cdot \dot{\theta}_{30} \cdot \vec{y}_3^* = d \cdot \omega_{30} \cdot \vec{y}_3^*$$

Exprimée dans la base associée au repère R_0

$$\vec{V}_{D \in 3/0} = -d \cdot \omega_{30} \cdot \sin(\alpha + \theta_{30}) \cdot \vec{x}_0 + d \cdot \omega_{30} \cdot \cos(\alpha + \theta_{30}) \cdot \vec{y}_0$$

Réponse D3-1 et D3-2:

Ech : 1/2



On relève

$$K_{85} = \left| \frac{V_{80}}{V_{E50}} \right| = \frac{3,5}{4} \approx 0,9 \quad K_{95} = \left| \frac{V_{90}}{V_{E50}} \right| = \frac{3,3}{4} \approx 0,8$$

Justifications :

G est CIR de 5/0, donc les supports $\Delta \vec{V}_{F \in 5/0}$ et $\Delta \vec{V}_{H \in 5/0}$ sont connus (perpendiculaires à GF et respectivement à GH)

A partir des propriétés du CIR 5/0, il est possible de déterminer graphiquement

$\vec{V}_{F \in 5/0}$ et $\vec{V}_{H \in 5/0}$.

F CIR de 6/5 donc

$$\vec{V}_{F \in 5/0} = \vec{V}_{F \in 6/0}$$

H CIR de 7/5 donc

$$\vec{V}_{H \in 5/0} = \vec{V}_{H \in 7/0}$$

Par équiprojectivité sur 6, respectivement 7, il est possible d'obtenir

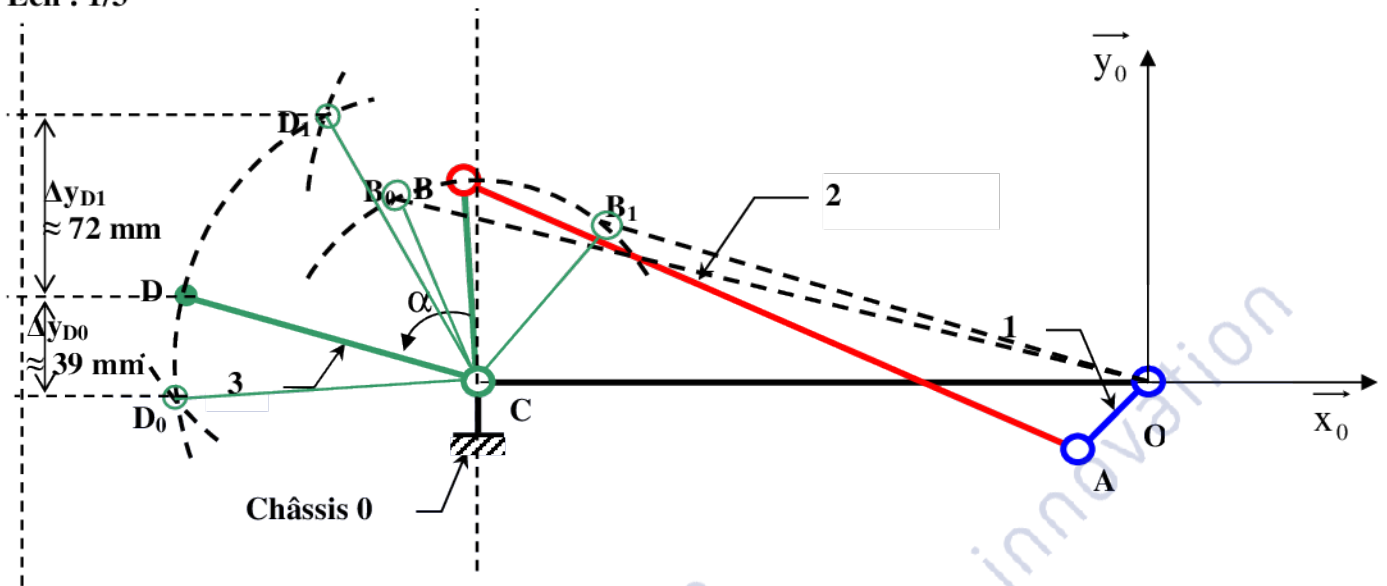
$$\vec{V}_{I \in 8/0} = \vec{V}_{I \in 7/0} \text{ et}$$

$$\vec{V}_{J \in 9/0} = \vec{V}_{J \in 7/0} \text{ qui sont}$$

de support connu car les mouvements de 8/0 et de 9/0 sont des translation de direction \vec{y}_0

Réponse D4-1 :

Ech : 1/3



C CIR de 3/0, les trajectoires des points B et D sont donc respectivement des cercles de centre C et de rayon CB et CD.

Les positions Max. B_1 et Min. B_0 du point B seront obtenues lorsque les points C, A et B seront alignés, c'est-à-dire pour $OB_0 = AB + CA = 103 \text{ mm}$ et $OB_1 = AB - CA = 77 \text{ mm}$.

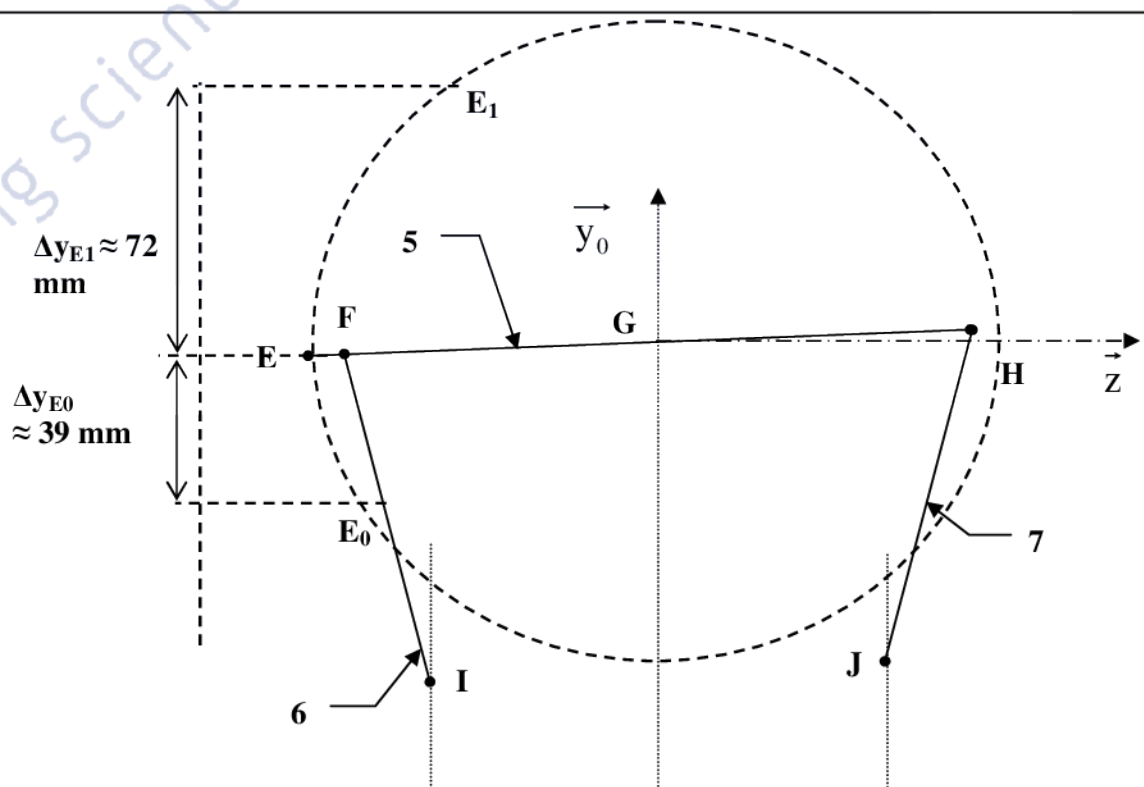
Une fois les positions B_0 et B_1 déterminées, les positions D_0 et D_1 sont obtenues à partir du segment BD restant de valeur constante.

Réponse D4-2 :

Les déplacements horizontaux du point D d'environ 45 mm suivant \vec{X}_0 sont négligeables devant la longueur totale de la tringle de 1150 mm. Le mouvement de la tringle 4 par rapport au bâti 0 peut donc être considéré comme un mouvement de translation alternée de direction \vec{y}_0 .

Réponse D4-3 :

Ech : 1/2



Réponse D5-1 :

$$\vec{V}_{D \in 4/0} = \vec{V}_{D \in 3/0} = d \cdot \omega_{30} \cdot \cos(\alpha + \theta_{30}) \cdot \vec{y}_0 \quad \text{par approximation du m}^{\text{vt}} \text{ 4/0}$$

Donc $V_{40} = d \cdot K_1 \cdot \omega_{10} \cdot \cos(\alpha + \theta_{30})$ avec $\alpha + \theta_{30} = 95^\circ + 70^\circ = 165^\circ$

Or $\cos(165^\circ) \approx -1$ donc :

$$V_{40} \approx -d \cdot K_1 \cdot \omega_{10}$$

Réponse D5-2 :

Dans la position donnée : $V_{E50} \approx V_{40}$ et $\omega_{10} = 4 \text{ rad.s}^{-1}$

Donc

$$|V_{80}| = |K_{85} V_{E50}| = |K_{85} V_{40}| = \frac{35}{40} \times \frac{1}{2} \times 4 \times 0,12 \approx 1,8 \times 0,12 \approx 0,21 \text{ m.s}^{-1}$$

$$|V_{90}| = |K_{95} V_{E50}| = |K_{95} V_{40}| = \frac{33}{40} \times 4 \times \frac{1}{2} \times 0,12 \approx 1,6 \times 0,12 \approx 0,19 \text{ m.s}^{-1}$$

La vitesse des turbulateurs par rapport à l'échangeur est donc bien comprise entre 0,15 et 0,25 m.s⁻¹

Réponse D6-1 :

Équilibre de 6_k :

BAME : - action en F de 5 sur 6_k (glisseur)

- action en I de 8_k sur 6_k (glisseur)

6_k, soumis à 2 glisseurs, est à l'équilibre dans le référentiel fixe R₀ supposé galiléen, d'après les

Principe Fondamental de la Statique, ces 2 glisseurs sont égaux, opposés et de même direction : \vec{y}_6 .

$$\vec{F}_{(8 \rightarrow 6)_k} + \vec{F}_{(5 \rightarrow 6)_k} = \vec{0} \quad \text{et} \quad \vec{F}_{(5 \rightarrow 6)_k} = -\vec{F}_{(8 \rightarrow 6)_k}$$

Équilibre de 7_k :

BAME : - action en H de 5 sur 7_k (glisseur)

- action en en J de 9_k sur 7_k (glisseur)

7_k, soumis à 2 glisseurs, est à l'équilibre dans le référentiel fixe R₀ supposé galiléen, d'après les

Principe Fondamental de la Statique, ces 2 glisseurs sont égaux, opposés et de même direction : \vec{y}_7 .

$$\vec{F}_{(9 \rightarrow 7)_k} + \vec{F}_{(5 \rightarrow 7)_k} = \vec{0} \quad \text{et} \quad \vec{F}_{(5 \rightarrow 7)_k} = -\vec{F}_{(9 \rightarrow 7)_k}$$

Réponse D6-2 :

$$\vec{F}_{(6 \rightarrow 5)k} = \vec{F}_{(8 \rightarrow 6)k} = -\frac{F_{8k}}{\cos \theta_{60}} \vec{y}_6 \quad \text{les plaques } 6_k \text{ sont ainsi soumises à de la traction}$$

$$\vec{F}_{(7 \rightarrow 5)k} = \vec{F}_{(9 \rightarrow 7)k} = -\frac{F_{9k}}{\cos \theta_{70}} \vec{y}_7 \quad \text{les plaques } 7_k \text{ sont ainsi soumises à de la traction}$$

Réponse D7-1 :

Bâti 0 → Axe de commande 5 en G₁ :

$$\{S_{0 \rightarrow 5}\}_{G_1} = \begin{Bmatrix} X_{0 \rightarrow 5} & 0 \\ Y_{0 \rightarrow 5} & 0 \\ Z_{0 \rightarrow 5} & 0 \end{Bmatrix}_{(x_0, y_0, z_0)}$$

Bâti 0 → Axe de commande 5 en G₂ :

$$\{S'_{0 \rightarrow 5}\}_{G_2} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y'_{0 \rightarrow 5} & 0 \\ Z'_{0 \rightarrow 5} & 0 \end{Bmatrix}_{(x_0, y_0, z_0)}$$

Plaque support 6_k → Axe de commande 5 en F_k :

$$\{S_{6_k \rightarrow 5}\}_{F_k} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -F_{8K} / \cos(\theta_{60}) & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x_{6K}, y_{6K}, z_{6K})}$$

Réponse D7-2 :

Bilan des actions mécaniques sur 5 :

| | |
|---|---|
| Actions transmises dans la liaison sphérique | en G ₁ de 0 → 5 |
| Actions du bâti par la liaison sphère cylindre | en G ₂ de 0 → 5 |
| Actions des plaques support par les 4 liaisons sphériques | en F _k de 6 _k → 5 |
| Actions des plaques support par les 4 liaisons sphériques | en H _k de 7 _k → 5 |
| Actions de la tringle par la liaison sphérique | en E de 4 → 5 |

Réponse D7-3 :

Équation de moment au point G en projection sur \vec{x}_0 : $\sum \vec{M}_{G, ext \rightarrow 5} \cdot \vec{x}_0 = 0$

$$\left(\vec{GE} \wedge F_{45} \cdot \vec{y}_0 + \vec{GF} \wedge F_{65} \cdot \vec{y}_6 + \vec{GH} \wedge F_{75} \cdot \vec{y}_6 \right) \cdot \vec{x}_0 = 0$$

$$\left(-e \cdot F_{45} \cdot \vec{z}_5 \wedge \vec{y}_0 - f \cdot F_{65} \cdot \vec{z}_5 \wedge \vec{y}_6 + f \cdot F_{75} \cdot \vec{y}_5 \wedge \vec{y}_6 \right) \cdot \vec{x}_0 = 0 \quad \text{Les composantes}$$

selon \vec{x}_0 des \vec{GF} et \vec{GH} n'apportant aucun moment supplémentaire selon \vec{x}_0

$$\text{ainsi : } F_{45} \cdot e \cos \theta_{50} + F_{65} \cdot f \cos(\theta_{50} - \theta_{60}) - F_{75} \cdot f \cos(\theta_{50} - \theta_{70}) = 0$$

Réponse D7-4 :

$$F_{45} = \frac{1}{e \cdot \cos \theta_{50}} \left(-F_{65} \cdot f \cos(\theta_{50} - \theta_{60}) + F_{75} \cdot f \cos(\theta_{50} - \theta_{70}) \right) \text{ ainsi}$$

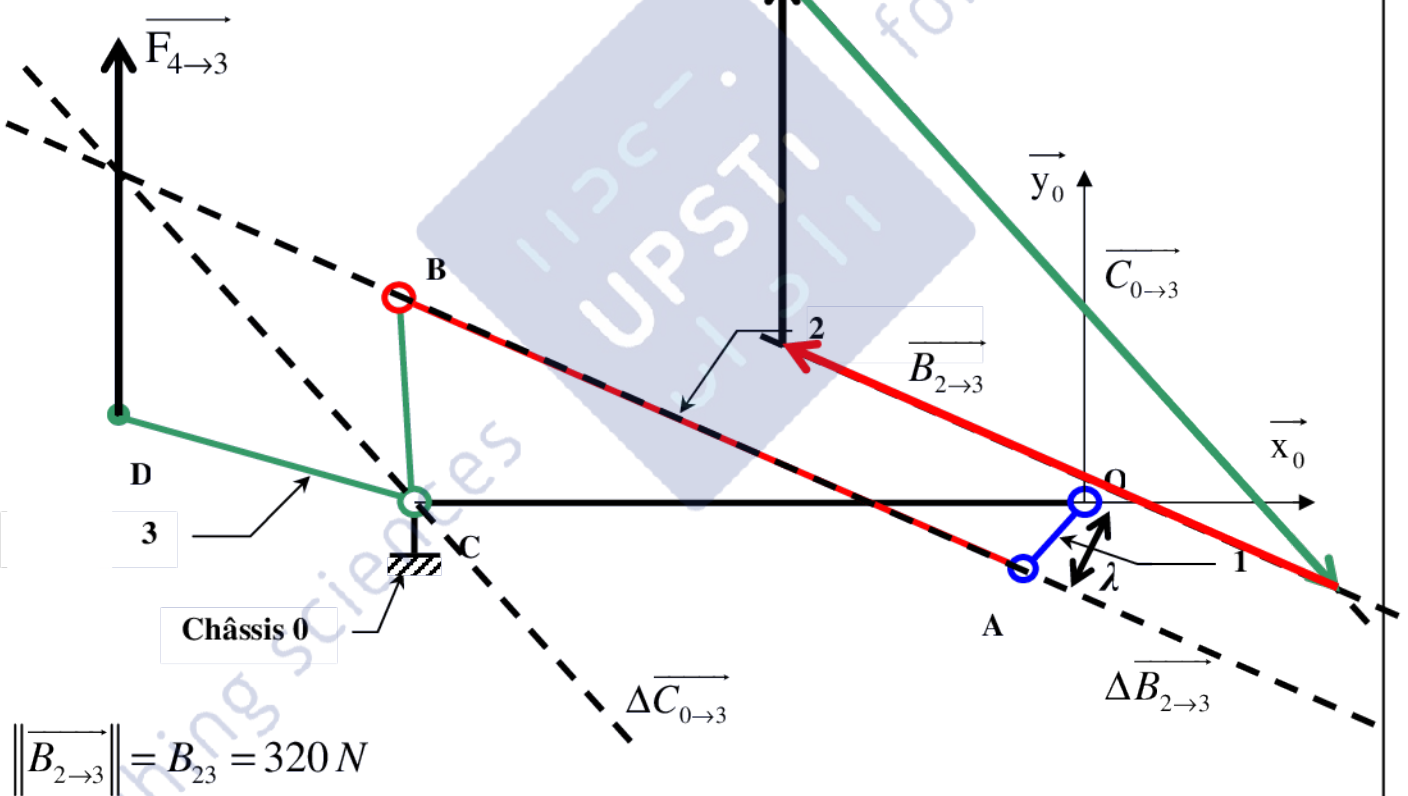
$$F_{45} = \frac{f}{e \cdot \cos \theta_{50}} \left[F_{8k} \frac{\cos(\theta_{50} - \theta_{60})}{\cos \theta_{60}} - F_{9k} \frac{\cos(\theta_{50} - \theta_{70})}{\cos \theta_{70}} \right]$$

Réponse D8-1 :

Échelle : 1/3

Équilibre de 2 : 2 est soumis à 2 glisseurs $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$ et $\vec{B}_{3 \rightarrow 2}$, d'après le PFS ces glisseurs sont de même support la droite (BA)

Équilibre de 3 : 3 est soumis à 3 glisseurs $\vec{F}_{4 \rightarrow 3}$ (connu), $\vec{B}_{2 \rightarrow 3}$ (de support connu) et $\vec{C}_{0 \rightarrow 3}$, d'après les PFS, ces glisseurs sont coplanaires, concourants et forment un dynamique fermé



Réponse D8-2 :

$$C_{Max} = \vec{M}_{O,1 \rightarrow 2} \cdot \vec{z}_0 = (\vec{OA} \wedge \vec{A}_{1 \rightarrow 2}) \cdot \vec{z}_0 = A_{12} \cdot \lambda = 320 \times 40 \cdot 10^{-3} \approx 12,8 \text{ N.m}$$

Réponse D8-3 :

Le motoréducteur sert à créer le mouvement des turbulettes, mais sert également à actionner la vis de dépoussiérage et la vis de décentrage. De plus nous n'avons pas tenu compte des problèmes de frottement.

Partie E :

Réponse E1-1 :

Ajustement entre l'arbre de sortie du motoréducteur de décendrage (MD) et la manivelle 1 :

Centrage sans mouvement relatif : $\varnothing 19H7h6$

Ajustement entre l'arbre lié au bâti 0 et l'alésage de l'accouplement 3 :

Ajustement glissant : $\varnothing 20H7g6$

Réponse E1-2 :

S235 : Acier non allié de limite élastique $R_e = 235$ MPa

Acier d'usage courant pour la construction mécanique, brut de la pièce issu d'une barre étirée de section 30x30, faibles sollicitations.

EN-GJL200 : Fonte à graphite lamellaire de résistance de rupture à la traction $R_m = 200$ MPa


Bonne coulabilité, bonne usinabilité, grande capacité d'amortissement des vibrations.

Réponse E1-3 :

M10 : Filetage à pas métrique de diamètre nominal 10 mm

Réponse E1-4 :

Signification de

| | | | |
|---|-------------------|---|---|
|  | $\varnothing 0,1$ | A | C |
|---|-------------------|---|---|

Tolérance de Mise en position : Localisation

Élément tolérancé : l'axe réel du taraudage M10

Élément(s) de référence : A : surface réputée cylindrique de l'alésage $\varnothing 19H7$

C : surface réputée plane

Référence(s) spécifiée(s) : Dans le système de référence, la référence spécifiée A est l'axe du plus grand cylindre inscrit dans l'alésage $\varnothing 19H7$, la référence spécifiée C est le plan tangent extérieur matière à la surface réputée plane et perpendiculaire à la référence spécifiée A.

Zone de tolérance : volume limité par un cylindre de $\varnothing 0,1$ d'axe positionné par rapport au système de référence, concourant et perpendiculaire à la référence spécifiée A et distant 15 mm (cote encadrée) de la référence spécifiée C.

Réponse E1-5 :

Vis de pression à téton court (ou vis d'arrêt) en appui sur le méplat de l'arbre de sortie du motoréducteur afin d'assurer le maintien en position de la manivelle sur l'arbre de sortie du motoréducteur (transmission du couple).

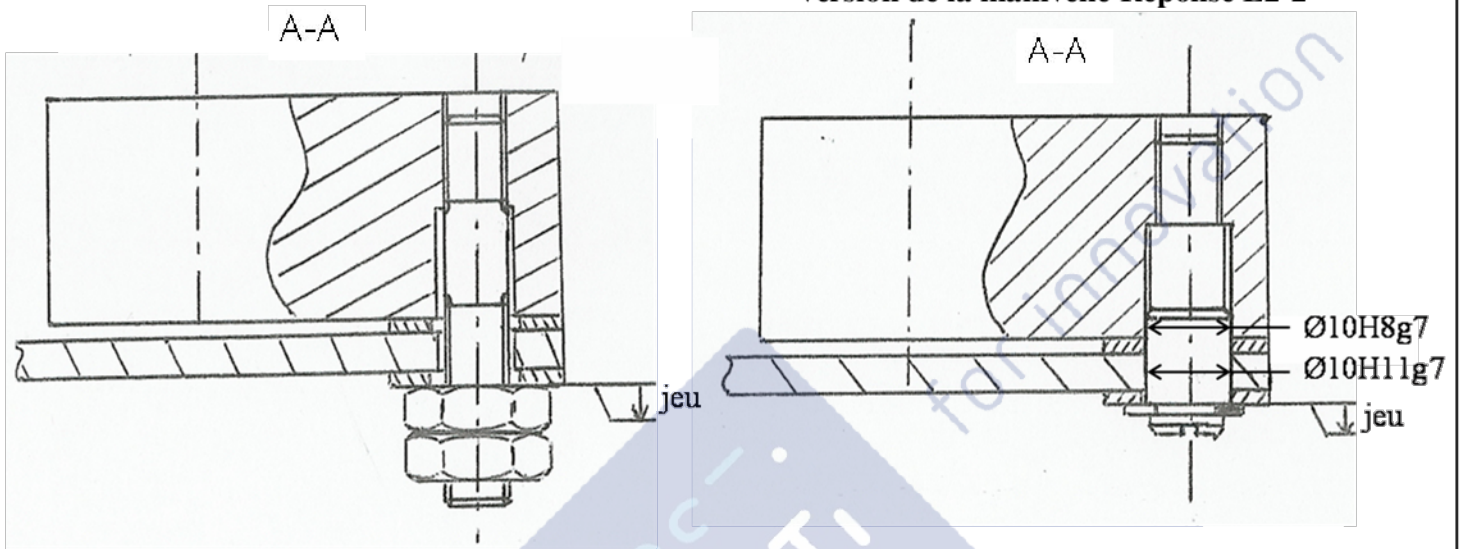
Réponse E2-1 :

Ech : 1:1

2 solutions ont été envisagées :

Avec un goujon et écrou/contre écrou
D'après la photo figure 8 du Document 3

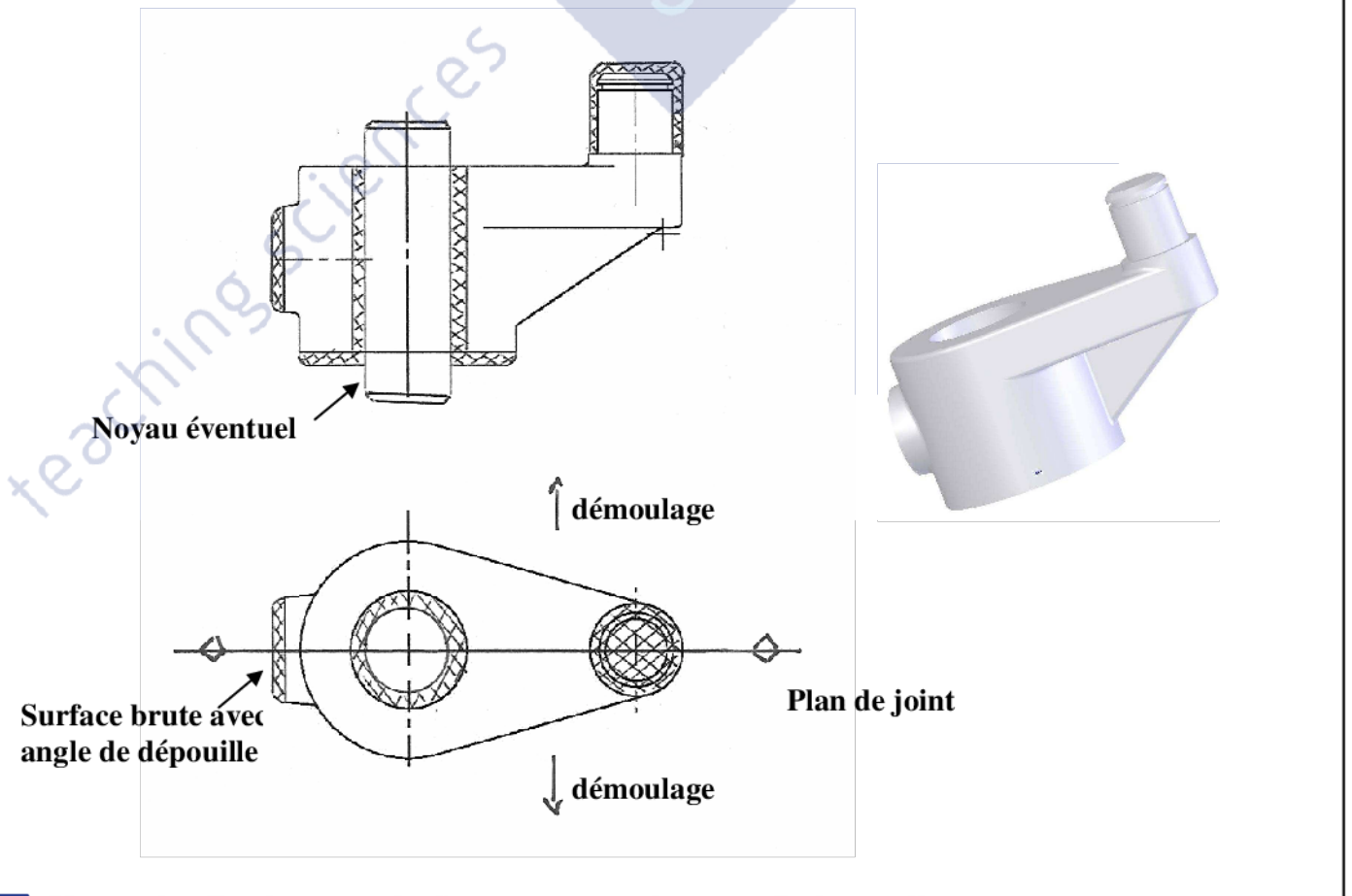
Avec un axe supplémentaire et anneau
élastique d'après la forme finale de la 2^{ème}
version de la manivelle Réponse E2-2



Réponse E2-2 :

Dessin à main levée du brut de la manivelle 1 et de son moule.

Ech : 1:1.



Réponse E3-1 : Phase 10 :

Machine Outil : Perceuse aléreuse avec Montage d'usinage

Mise en Position : Appui plan sur C : 1 - 2 - 3

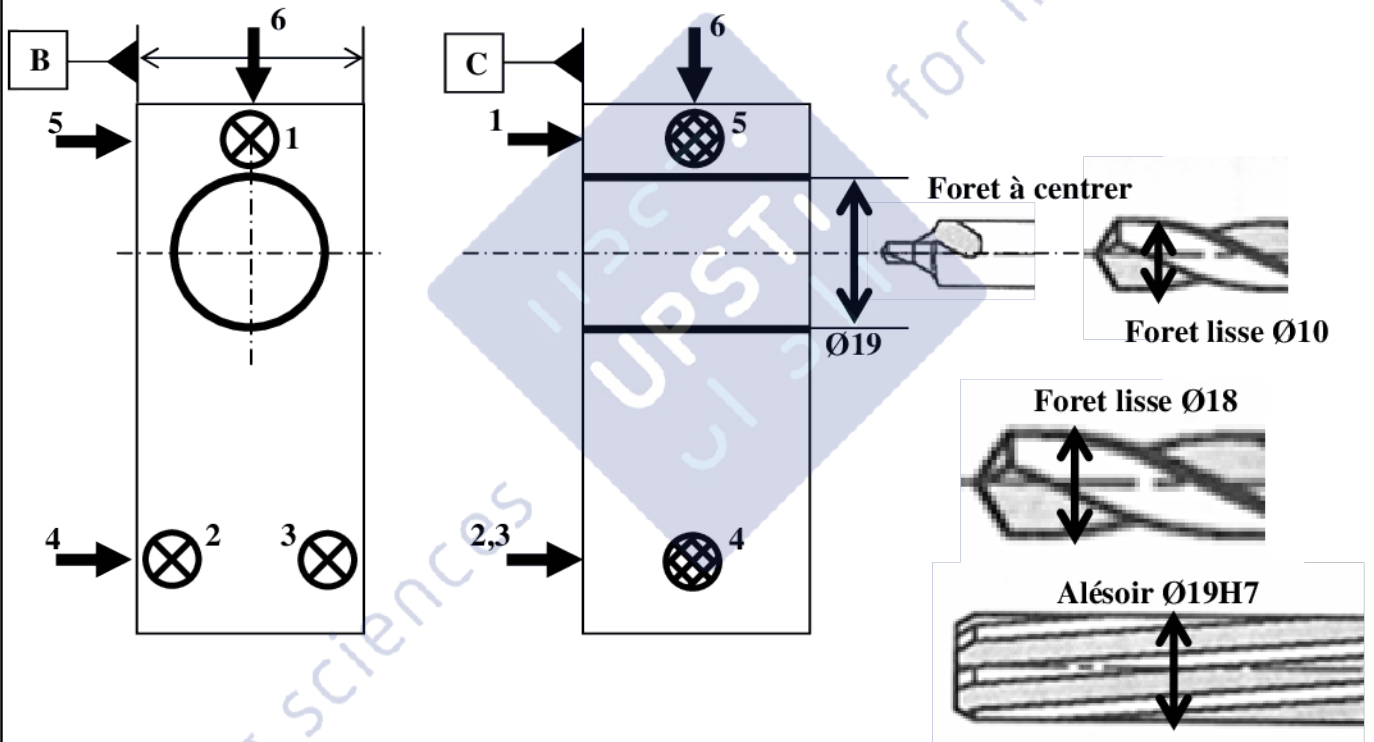
Appui linéaire rectiligne sur B : 4 - 5

Butée 6

Opérations : Centrage, Perçage $\varnothing 10$, Perçage $\varnothing 18$,

Alésage $\varnothing 19H7$

Outillage : Foret à centrer, Foret $\varnothing 10$ et $\varnothing 18$, Alésoir $\varnothing 19H7$



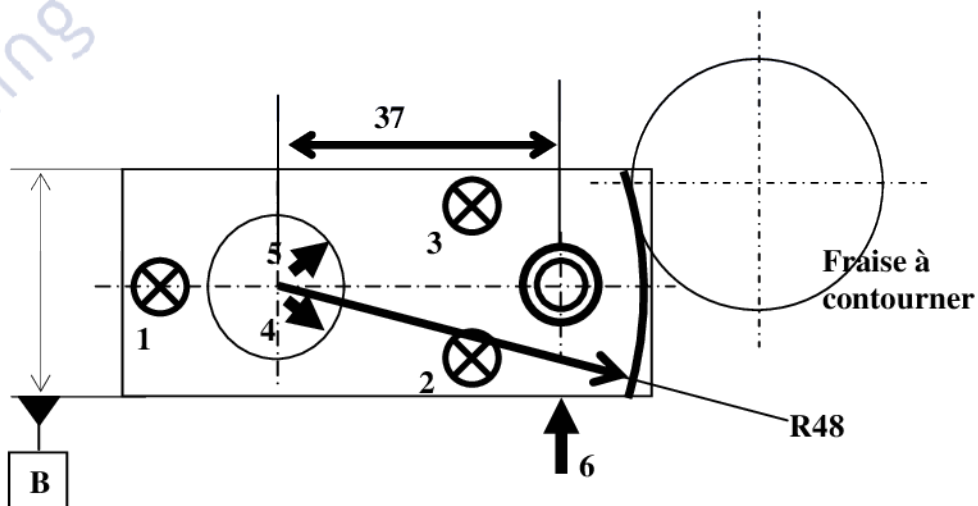
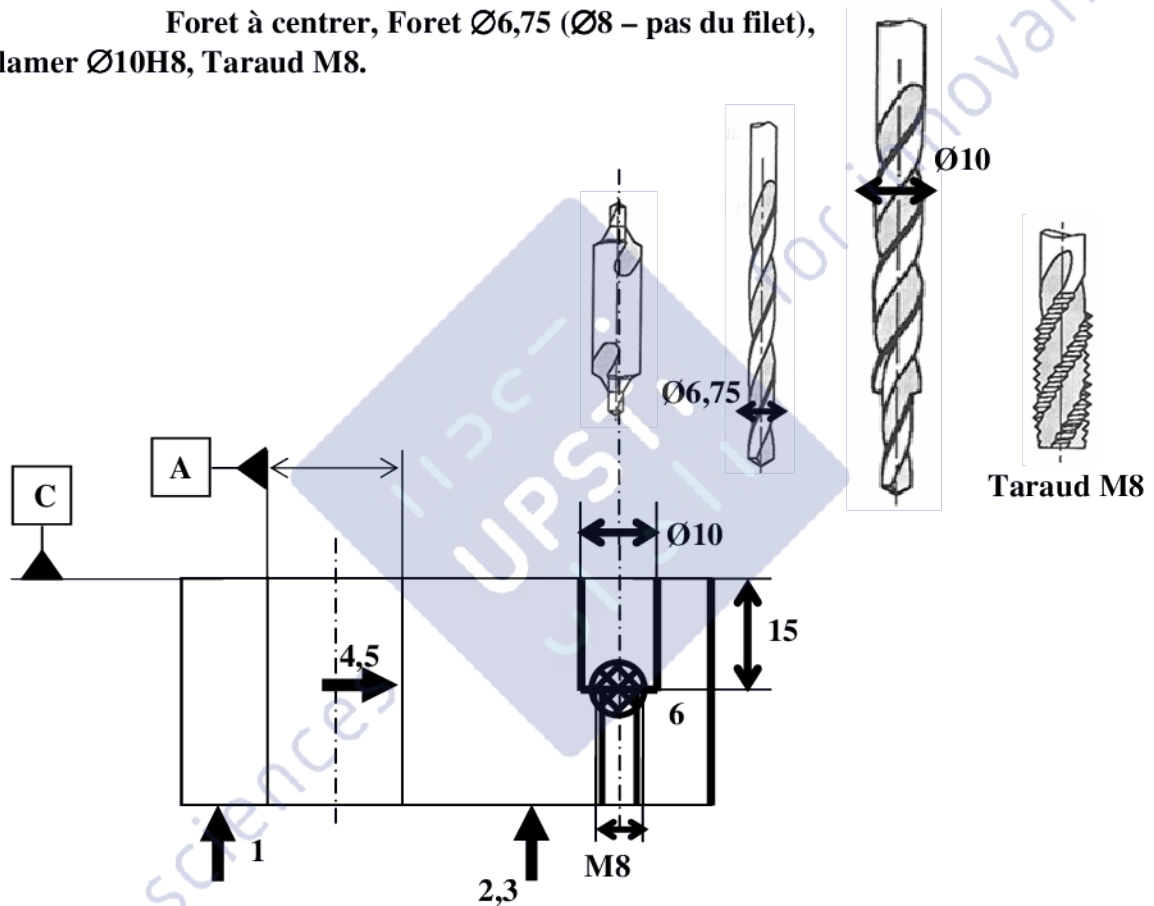
Réponse E3-2 : Phase 20 : Deux solutions sont envisagées pour la mise en position

Machine Outil : Fraiseuse à Commande Numérique à axe vertical avec montage d'usinage

Mise en Position : Appui plan 1 - 2 - 3
Centrage Court 4 - 5
Orientation 6

Opérations : Fraisage en contournage $\varnothing 18$
Centrage, Perçage $\varnothing 6,75$, alésage, taraudage.

Outils : Fraise une taille ;
Foret à centrer, Foret $\varnothing 6,75$ ($\varnothing 8$ – pas du filet),
Fraise à lamer $\varnothing 10H8$, Taraud M8.



Réponse E3-2 : Phase 20 :

Machine Outil : Fraiseuse à Commande Numérique à axe vertical avec montage d'usinage

Mise en Position : Centrage Long 1 - 2 - 3 - 4

Arrêt 5

Orientation 6

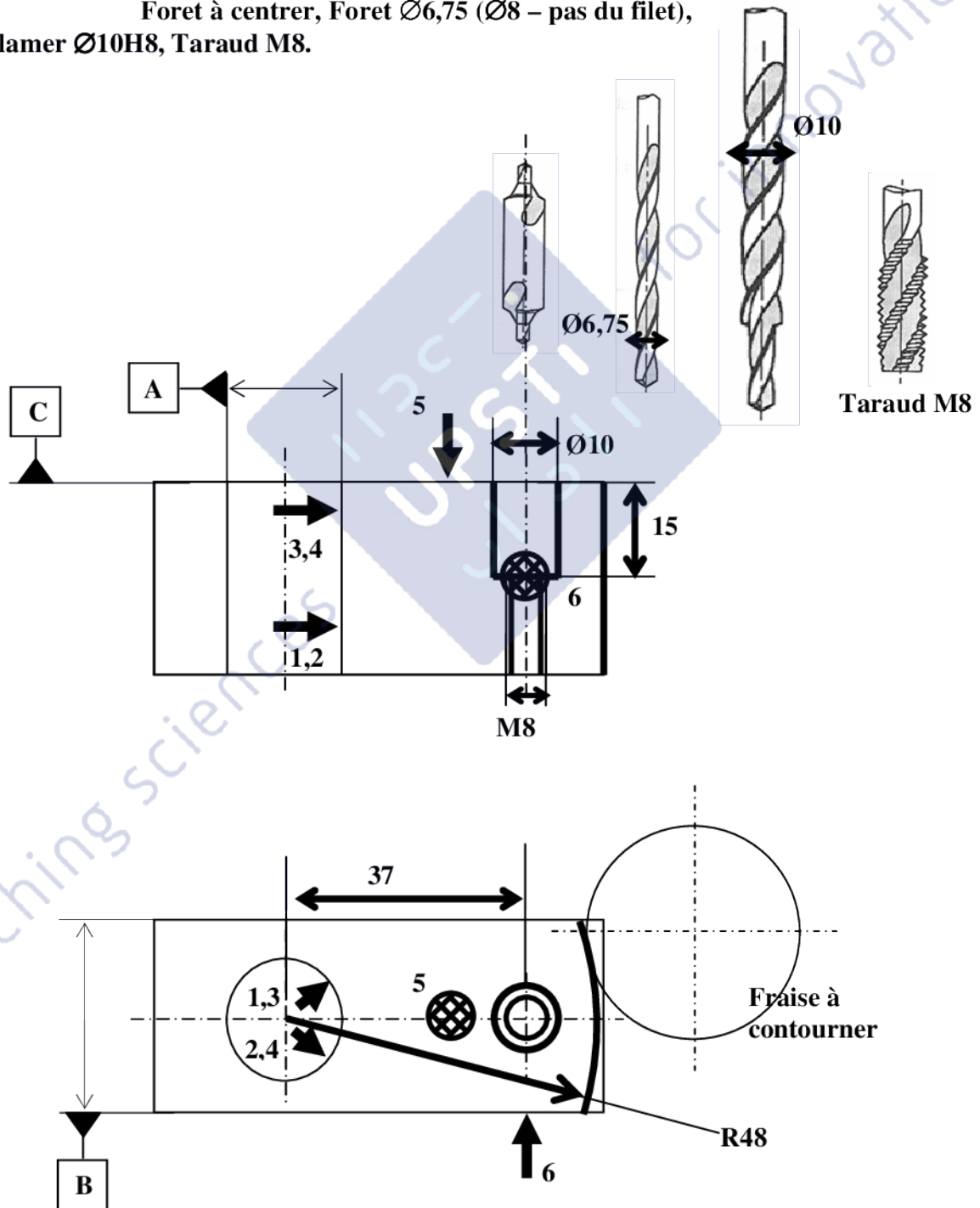
Opérations : Fraisage en contournage $\varnothing 18$

Centrage, Perçage $\varnothing 6.75$, alésage, taraudage.

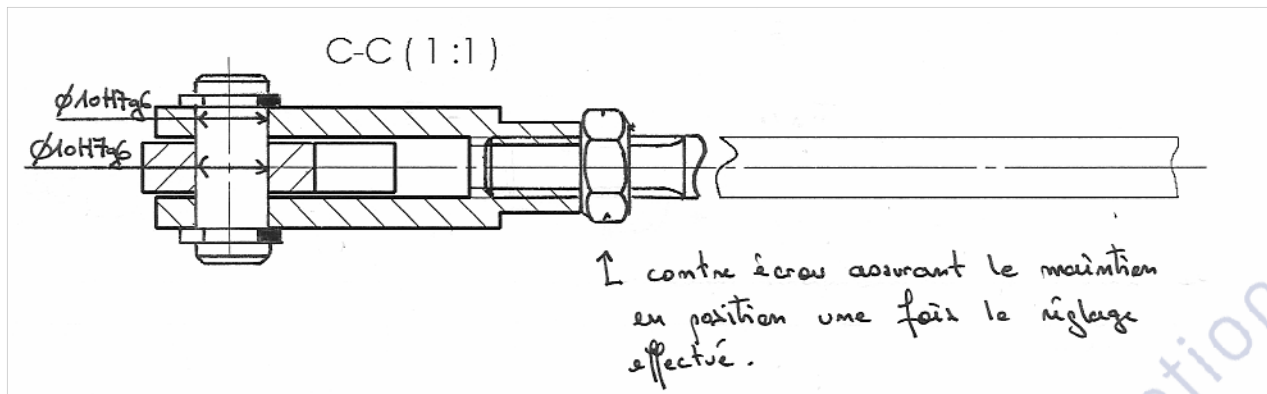
Outils : Fraise une taille ;

Foret à centrer, Foret $\varnothing 6,75$ ($\varnothing 8$ – pas du filet),

Fraise à lamer $\varnothing 10H8$, Taraud M8.



Réponses E4-1 et E4-2 :



Partie F :

Réponse F1-1 :

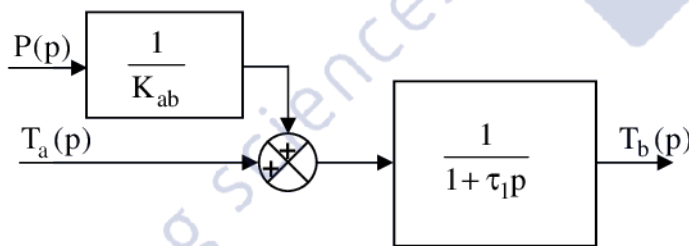
① : $m_b c_b p T_b(p) + K_{ab} [T_b(p) - T_a(p)] = P(p)$

② : $m_a c_a p T_a(p) + K_{ae} [T_a(p) - T_e(p)] = K_{ab} [T_b(p) - T_a(p)]$

③ : $m_e c_e p T_e(p) + K_{ae} [T_e(p) - T_{ext}(p)] = K_{ae} [T_a(p) - T_e(p)]$

Réponse F1-2 :

① : $T_b(p) = \frac{1}{K_{ab} + m_b c_b \cdot p} P(p) + \frac{K_{ab}}{K_{ab} + m_b c_b \cdot p} T_a(p)$

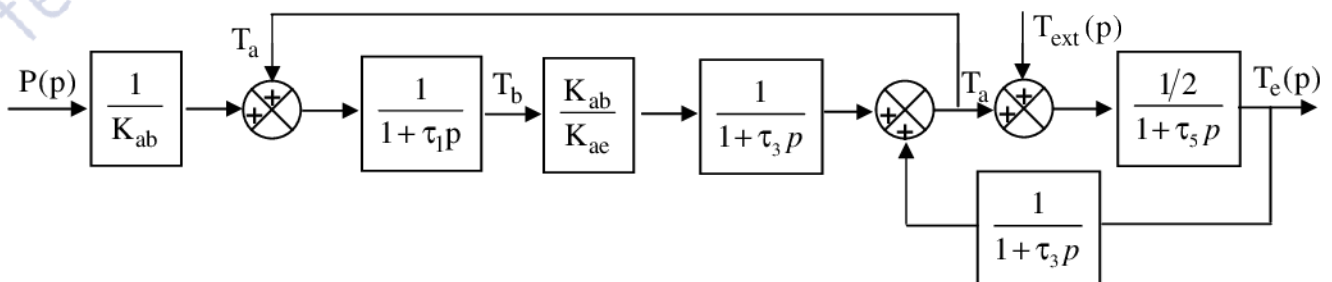


$H_1(p)$: système du 1^{er} ordre de Gain égal à 1 (système précis) et de constante de temps

$$\tau_1 = \frac{m_b c_b}{K_{ab}} = \frac{200 \cdot 500}{40} = 2500 \text{ s} \approx 40 \text{ min}$$

$\tau_1 = 2500 \text{ s}$

Réponse F1-3 :



Réponse F2-1 :

Entrée échelon de puissance $P(p) = \frac{P_0}{p}$ d'où $T_e(p) = \frac{P_0}{p} \cdot \frac{1}{400(1+2500p)(1+500p)}$

$\theta_e(0) = \lim_{p \rightarrow \infty} p T_e(p) = 0$

$\theta_e(\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} p T_e(p) = \frac{10^4}{400} = 25^\circ C$

$\theta'_e(0) = \lim_{p \rightarrow \infty} p^2 T_e(p) = 0$

$\theta'_e(\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} p^2 T_e(p) = 0$ asymptote horizontale

Ou :

système du 2^{ème} ordre avec 2 pôles réels
donc non oscillant,

de gain $\frac{1}{400} K \cdot W^{-1}$

valeur initiale nulle,

tangente horizontale à l'origine

valeur en régime permanent

$\frac{10^4}{400} = 25^\circ C$

Réponse F2-2 :

La réponse correspond à celle d'un système du 2^{ème} ordre à un échelon, avec $\omega_0 = \frac{1}{500 \cdot \sqrt{5}} = \frac{0.002}{\sqrt{5}}$

Donc $z \approx \frac{1}{2} \cdot 3000 \cdot \omega_0 \approx \frac{3}{\sqrt{5}} \approx 1,3$, donc z proche de 1 et le comportement est proche de celui d'un 1^{er} ordre avec point d'inflexion

(Pour compléter, il est possible de déterminer $t_{R5\%}$ de l'ordre de 8000 secondes)

