

Ne rien écrire ici

A.2.2. Donner la fonction des pièces suivantes :

Pièces	Fonction
5 et 11	Roulements : <u>Assurer le guidage</u> en rotation de (6) par rapport à (3)
4	Accouplement élastique pour <u>compenser</u> les <u>décalages</u> et absorber les vibrations
33	<u>Assure l'étanchéité</u> statique (protection contre les poussières)
6, 9 et 14	Système vis écrou pour <u>transformer un mouvement</u> de rotation en un mouvement de translation

A.3. COTATION FONCTIONNELLE :

A. 3.1. Compléter le tableau suivant :

Assemblage des pièces	Ajustement	Justification
1 - 2	H7h6	<u>Positionnement</u> et <u>centrage</u> de (2) par rapport à (1)
6 - 5	Ajustement <u>serré k6</u>	<u>Encastrement</u> la bague intérieure avec l'arbre qui est tournant
5 - 3	Ajustement <u>glissant</u> H7	Obtenir un <u>pivot isostatique</u> pour <u>faciliter</u> le montage des roulements
6 - 7	H7h6	Positionnement et centrage

Ne rien écrire ici

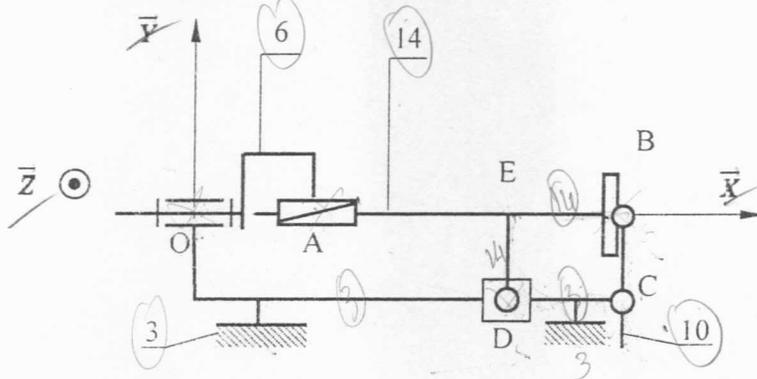
Justification

Condition J_a **LIBERER L'ARBRE**

Condition J_b : **SERRAGE AXIAL DE LA BAGUE INTERIEURE**

A.4. ETUDE DU MECANISME :

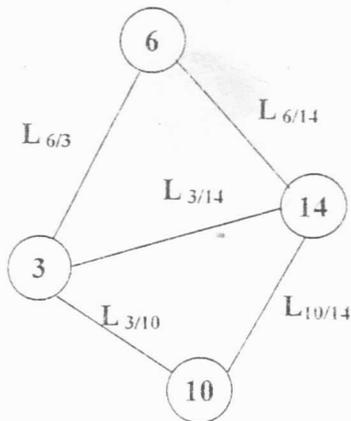
On donne le schéma cinématique minimal de mécanisme du comparateur



$$\overline{OA} = a\vec{X}; \overline{DE} = c\vec{Y}; \overline{OE} = b\vec{X}; \overline{AE} = \lambda\vec{X}; \overline{CB} = \mu\vec{Y}.$$

A.4.1. Etablir le graphe des liaisons en précisant la nature de chaque liaison. En déduire la nature de la chaîne et le nombre cyclomatique.

Graphe des liaisons



Liaisons

$L_{3/14}$: Ponctuelle de normale (D, \vec{Z})

$L_{3/6}$: Pivot

$L_{6/14}$: Hélicoïdale

$L_{10/14}$: Linéaire annulaire

$L_{3/10}$: Pivot

Nombre cyclomatique $\gamma = 5 - 3 = 2$

Nature de la chaîne : Complexe

Ne pas écrire ici

Session : **Juin 2007** Concours : **Technologie**

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Nom : Prénoms :

Institution d'origine :

Identifiant Série :

Numéro de la
double feuille

4

Total des doubles
feuilles

8



CORRIGE

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs

Ne pas écrire ici

Session : Concours :

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Numéro de la
double feuille

... 4 ...

Total des doubles
feuilles

... 8 ...

Le torseur cinématique associé à la liaison entre un solide (S_i) et un solide (S_j), s'écrit, au centre P de la liaison, sous la forme suivante :

A.4.2. Ecrire le torseur cinématique associé à chaque liaison de la chaîne 3-6-14-3. Les torseurs seront exprimés aux centres des liaisons.

$$\{V_{6/3}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{63} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_O \quad \{V_{14/6}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{146} & p\alpha_{146} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_A \quad \{V_{14/3}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{143} & u_{143} \\ \beta_{143} & v_{143} \\ \gamma_{143} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_D$$

A.4.3. En appliquant la loi de composition des torseurs cinématiques à la chaîne 3-6-14-3 au point O, écrire les équations scalaires entre les inconnues cinématiques.

$$\{V_{6/3}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{63} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_O \quad \{V_{14/6}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{146} & (p\alpha_{146}) + \left(\begin{array}{c} \alpha_{146} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{array} \right) \wedge \left(\begin{array}{c} -a \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{array} \right) \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_O = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{146} & p\alpha_{146} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_O$$

$$\{V_{14/3}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{143} & u_{143} \\ \beta_{143} & v_{143} \\ \gamma_{143} & \mathbf{0} \end{array} \right\}_D + \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{143} & \\ \beta_{143} & \\ \gamma_{143} & \end{array} \right\} \wedge \left(\begin{array}{c} -(\lambda + a) \\ -c \\ \mathbf{0} \end{array} \right) = \left\{ \begin{array}{c|c} \alpha_{143} & u_{143} + c\gamma_{143} \\ \beta_{143} & v_{143} - (\lambda + a)\gamma_{143} \\ \gamma_{143} & (\lambda + a)\beta_{143} - c\alpha_{143} \end{array} \right\}_O$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{63} + \alpha_{146} = \alpha_{143} \\ \beta_{143} = 0 \\ \gamma_{143} = 0 \end{array} \right. \quad \text{et} \quad \left\{ \begin{array}{l} p\alpha_{146} = u_{143} + c\gamma_{143} \\ v_{143} - (\lambda + a)\gamma_{143} = 0 \\ (\lambda + a)\beta_{143} - c\alpha_{143} = 0 \end{array} \right.$$

Ne rien écrire ici

A.4.4. Déterminer la loi qui exprime le mouvement de (14) par rapport à (3) en fonction du mouvement de (6) par rapport à (3).

$$p\alpha_{146} = u_{146}$$

A.5. ETUDE DU SYSTEME VIS-ECROU :

On se met dans l'hypothèse où l'écrou est formé d'une seule pièce (6) en contact direct avec la vis (14).

Ce contact est caractérisé par un coefficient de frottement $f = 0,1$.

A.5.1. Pour la vis (14), compléter le tableau suivant :

Diamètre moyen : $d = 13 \text{ mm}$	Sens d'hélice : droite
Hélice à un seul filet avec un pas : $p = 10 \text{ mm}$	Profil : carré
Angle d'hélice $i = 10/13\pi = 13.75^\circ$	Angle de frottement $\varphi = \text{Arctg}(f = 0.1) = 5.7^\circ$

A.5.2. Le système vis-écrou est-il réversible ? Justifier la réponse. X

Il est réversible puisque l'angle d'hélice i est plus grand que l'angle de frottement φ

A.5.3. En se basant sur le dessin de document 1, déterminer le déplacement maximal X_{MAX} de la vis (14) en respectant le maintien du contact entre les deux roues (15) et (25) sur toute la largeur de (25).

$$X = \frac{X_{\text{mesuré}}}{\text{Ech}} \quad X_{\text{MAX}} = \frac{8}{0.7} = 11.5$$

$$X_{\text{MAX}} = 11.5 \text{ mm}$$

A.5.4. En supposant que le moteur pas à pas est à l'arrêt, donner la relation entre le nombre de tours N effectué par le moteur hydraulique et le déplacement X de la vis (14). En déduire la valeur de N correspondant à X_{MAX} .

$$X = \text{pas} * N \quad N = \frac{11.5}{10} = 1.15$$

$$N = 1.15 \text{ trs}$$

A.5.5. Dans le cas où la vis (14) progresse contre la charge axiale F_a , donner la relation entre F_a et le couple C_m transmis par l'écrou (6). En déduire la valeur numérique de F_a pour $C_m = 1 \text{ mN}$.

$$F_a = \frac{C_m}{R * \text{tg}(i + \varphi)} = \frac{2 * 1000}{13 * \text{tg}(3.75 + 5.7)}$$

$$F_a = 435.6 \text{ N}$$

Ne rien écrire ici

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Nom : Prénoms :

Institution d'origine :

Identifiant : [] [] [] [] [] [] Série : [] [] [] [] [] []

Numero de la double feuille

5

Total des doubles feuilles

8

CORRIGÉ

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs

Ne rien écrire ici

Session : Concours :

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Numero de la double feuille

... 5 ...

Total des doubles feuilles

... 8 ...

A.5.6. Vérifier la résistance au matage de la clavette assurant la liaison en rotation entre (1) et (2).

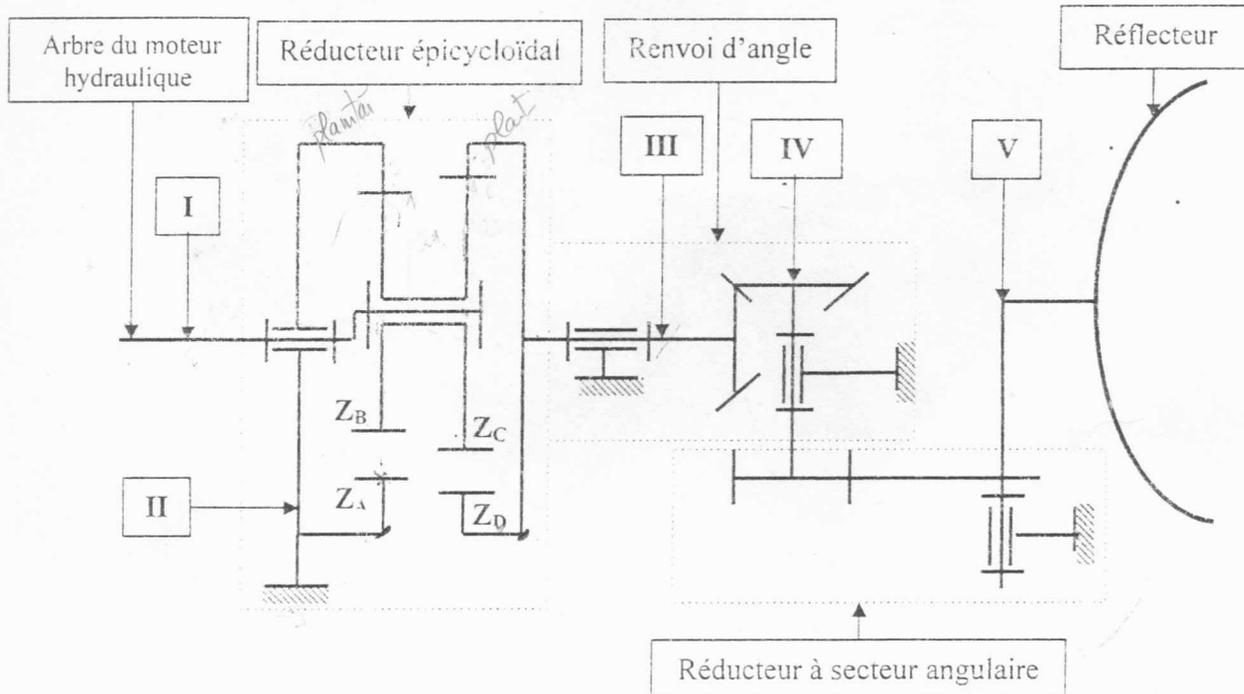
On donne : Clavette de forme A, 6x6x23, diamètre de l'arbre (1) : $d_1 = 20$ mm, couple transmissible : $C_1 = 5$ Nm, pression admissible : $p_{adm} = 50$ MPa.

$$F_t = \frac{2C_1}{d_1} \quad F_t = \frac{2 \cdot 5000}{20} \quad F_t = 500N$$

$$p = \frac{500}{3 \cdot 23} = 7.24 \text{ Mpa} < p_{adm} = 50 \text{ MPa}$$

A.6. ETUDE DE LA TRANSMISSION DE MOUVEMENT ET DE PUISSANCE :

La chaîne de transmission de mouvement et de puissance placée entre l'arbre du moteur hydraulique et l'arbre du réflecteur est définie par le schéma cinématique minimal suivant :





Session : Juin 2007 Concours : Technologie

Epreuve de : Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)

Nom : Prénoms :

Institution d'origine :

Identifiant [] [] [] [] [] Série : [] [] [] []

Numéro de la double feuille	6
Total des doubles feuilles	8

CORRIGE

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs



Session : Concours :

Epreuve de : Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
... 6 8 ...

A. 6.4. Calculer le couple transmissible C_V par l'arbre du réflecteur.

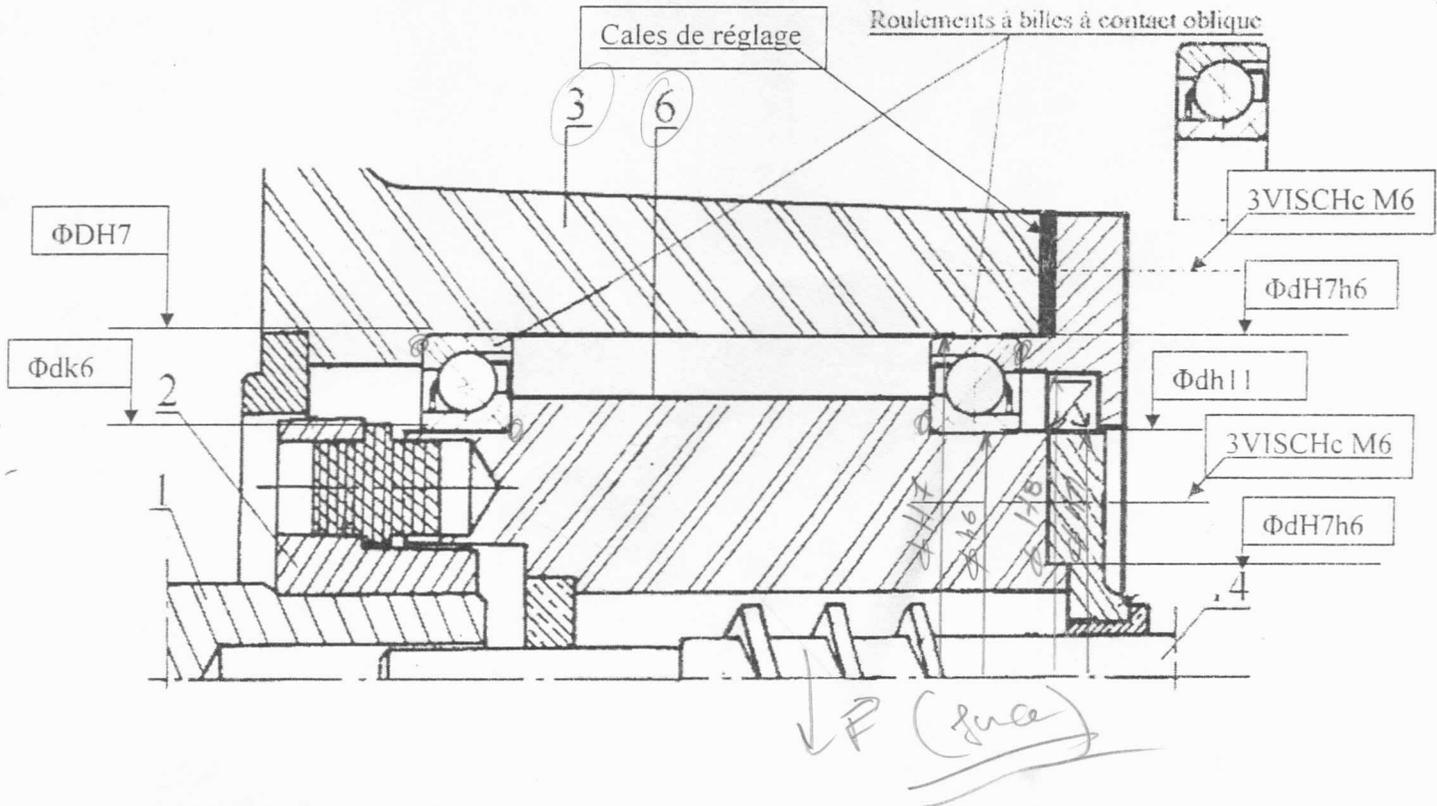
$$C_V = \frac{30 \cdot 10948}{1.246\pi} = 83905 \text{ N.m}$$

$C_V = 83905 \text{ mN.}$

A.7. ETUDE GRAPHIQUE :

On se propose de concevoir la liaison pivot entre (6) et (3) en utilisant deux roulements à billes à contact oblique. Compléter le dessin en coupe ci-dessous en étudiant le montage des roulements avec réglage de leur position axiale et l'encastrement de (13) avec (6).

Indiquer les ajustements et les côtes fonctionnelles pour les solutions proposées.



Ne rien écrire ici

A.6.1. Etude du réducteur épicycloïdal

On donne : $Z_A = 115$ dents et $Z_B = 110$ dents.

A.6.1.1. Etablir la relation entre les nombres de dents Z_C et Z_D traduisant l'égalité des entraxes a_1 et a_2 pour les engrenages (Z_A, Z_B) et (Z_C, Z_D) . On suppose que ces engrenages ont le même module m .

$$a_1 = a_2 = \frac{m}{2}(Z_A - Z_B) = \frac{m}{2}(Z_D - Z_C) \quad \text{Ce qui donne } (Z_D - Z_C) = 5$$

A.6.1.2. Ecrire la relation de WILLIS pour le réducteur épicycloïdal et établir la relation permettant d'exprimer le rapport de transmission $i_{I/III} = \frac{N_I}{N_{III}}$ en fonction des nombres des dents Z_C et Z_D .

Avec N_I est la fréquence de rotation de l'arbre (I) et N_{III} est la fréquence de rotation de l'arbre (III).

$$\frac{N_{III} - N_I}{N_{II} - N_I} = \frac{Z_A Z_C}{Z_B Z_D} \quad \text{Ce qui donne } \frac{1}{i_{I/III}} = \frac{N_{III}}{N_I} = 1 - \frac{115 Z_C}{110 Z_D}$$

A.6.1.3. En déduire les nombres de dents Z_C et Z_D .

$$(Z_D - Z_C) = 5 \quad \text{et} \quad 1 - \frac{115 Z_C}{110 Z_D} = \frac{1}{86}$$

$$\text{Ce qui donne } (Z_D - Z_C) = 5 \quad \text{et} \quad \frac{Z_C}{Z_D} = 0.945$$

$$Z_C = 86 \text{ dents}$$

$$Z_D = 91 \text{ dents}$$

A.6.2. Pour $N_I = 750$ tr/mn, calculer le rapport de transmission $i_{I/V} = \frac{N_I}{N_V}$. En déduire la fréquence de rotation N_V de l'arbre du réflecteur.

$$i_{I/V} = i_{I/III} * i_{III/IV} * i_{IV/V} = 86 * 7 = 602$$

$$\text{Ce qui donne } N_V = \frac{750}{602}$$

$$N_V = 1.246 \text{ tr/mn}$$

A.6.3. Sachant que la totalité de la puissance du moteur hydraulique est disponible au niveau de l'arbre d'entrée (I) du réducteur épicycloïdale, calculer la puissance P_V transmissible par l'arbre du réflecteur.

$$P_V = 0.95 * 0.98 * 0.98 * 12 = 10.948 \text{ kW}$$

$$P_V = 10948 \text{ W}$$

Ne rien écrire ici

B - TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

B-1. ETUDE DE MATERIAUX :

B-1-1. Compléter le tableau suivant :

Repère de la pièce	Désignation normalisée du matériau	Explication de la désignation
1	30 Cr Mo 12	Acier faiblement allié avec 0,3 % de carbone et 12/4 % de Chrome et qlques trace de Molybdène
14	X6 Cr 13	Acier fortement allié avec 0,06 % de carbone et 13 % de Chrome
20	C 40	Acier non allié pour traitement thermique avec 0,4 % de carbone
10	EN AC- Al Si 8 Cu 3	Alliage d'aluminium pour fonderie avec 8 % de silicium et 3 % de cuivre.
31	13 Ni 14	Acier faiblement allié avec 0,13 % de carbone et 14/4 % de Nickel

B-1-2. L'arbre du moteur hydraulique (1) a subi un traitement thermique de nitruration. Expliquer l'intérêt et le mode opératoire de ce traitement :

Intérêt : Augmenter la dureté de la surface pour résister au frottement et à l'usure...

Mode : Traitement obtenu par diffusion d'azote en surface pour favoriser la formation de nitrures suivi d'un refroidissement lent. La dureté peut atteindre 1100 à 1200 HV.....

B-2. OBTENTION DU BRUT :

Afin de simplifier l'étude de fabrication, des modifications ont été apportées à la forme initiale du plateau (10). La forme modifiée est représentée par la figure B-1.

L'obtention de brut du plateau (10), dont le dessin de définition est donné par le document B-1, est assurée par moulage. La cadence de production est de 200 pièces par mois pendant 3 ans. Le matériau utilisé pour le moulage du plateau (10) est le EN AC- Al Si 8 Cu 3, il présente un retrait de 3%.



Session : **Juin 2007** Concours : **Technologie**

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Nom : Prénoms :

Institution d'origine :

Identifiant [] [] [] [] Série : [] [] [] []

Numéro de la
double feuille

7

Total des doubles
feuilles

8

CORRIGE

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs

Numéro de la
double feuille

Total des doubles
feuilles



Session : Concours :

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

... 7 ...

... 8 ...

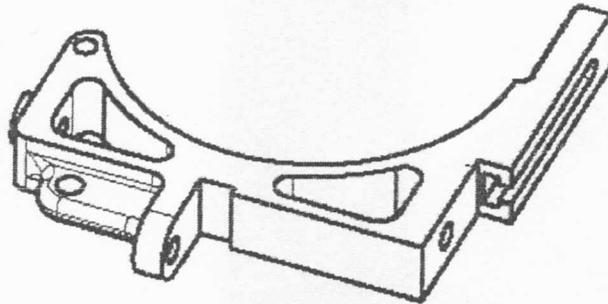


Figure B-1 : Forme modifiée du plateau après usinage.

B-2-1. Proposer le procédé de moulage à utiliser. Citer les critères justifiant votre choix :

Procédé : ... Moulage en sable par gravité

Critères : ... Cadence limitée

... Qualité de surface pas trop exigée

... Forme de la pièce simple

B-2-2. Peut-on faire varier la rugosité des pièces brutes obtenues par le procédé de moulage en sable :

..... Oui, en faisant varier la granulométrie du sable (Taille de grains de sable)

B-2-3. En rappelant les critères de choix du plan de joint, proposer sur le dessin (Figure B-2) le plan de joint le mieux approprié pour le moulage de cette pièce.

Critères : ... De préférence :

Le plan de joint passe par la plus grande surface

Le plan de joint est un plan de symétrie de la pièce

Le plan de joint est perpendiculaire au trou de coulée

Ne rien écrire ici

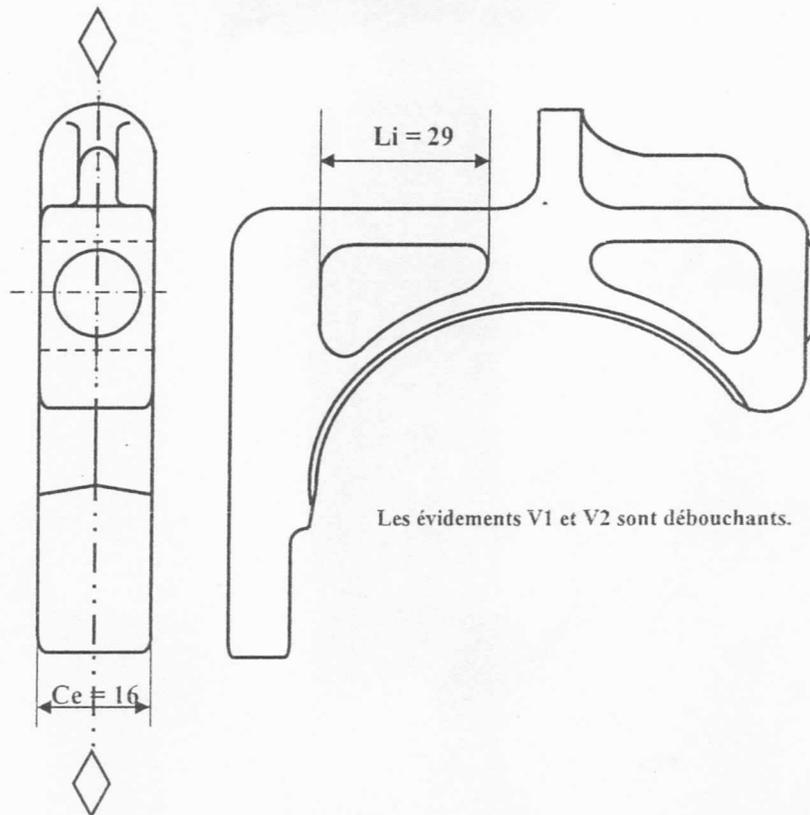


Figure B-2: Forme du plateau (10) brut de moulage

B-2-4. On adopte le procédé de moulage en sable manuel pour l'obtention du plateau (10), quels sont les éléments à prendre en considération pour déterminer la forme et les dimensions du modèle en bois ?

- * ajouter des surépaisseurs d'usinage
- * ajouter des dépouilles
- * ajouter des portées du noyau
- * ajouter des surépaisseurs de retrait de la matière.

B-2-5. Sachant qu'après moulage, l'épaisseur extérieure (C_e) est de 16 mm, calculer la cote (C_m) relative au modèle en bois.

$$\dots\dots\dots(C_m) = (C_e) + (C_e) * 3/100 = 16 + 16 * 3/100$$
$$\dots\dots\dots(C_m) = 16,48 \text{ mm.}$$



Session : **Juin 2007** Concours : **Technologie**

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

Numéro de la
double feuille

8

Nom : Prénoms :

Institution d'origine :

Total des doubles
feuilles

8

Identifiant Série :



CORRIGE

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs

Numéro de la
double feuille

Total des doubles
feuilles



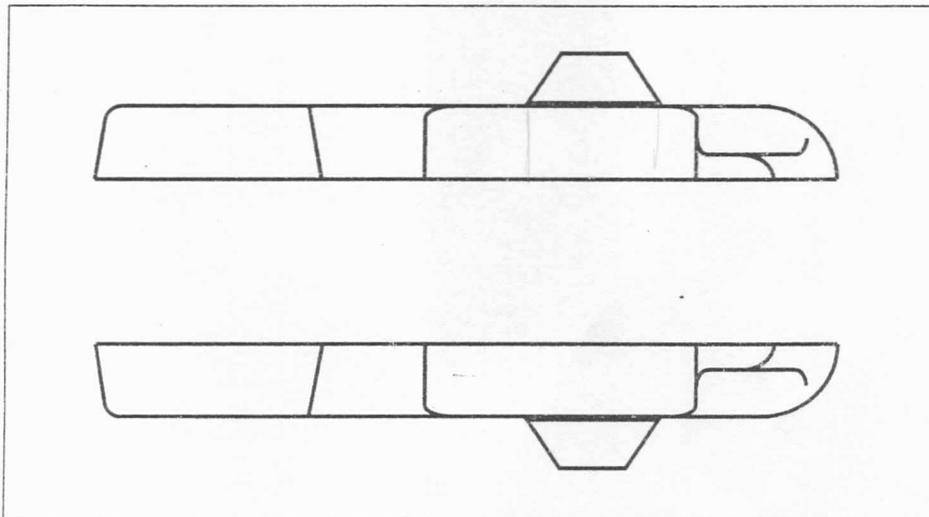
Session : Concours :

... 8 ...

... 8 ...

Epreuve de : **Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)**

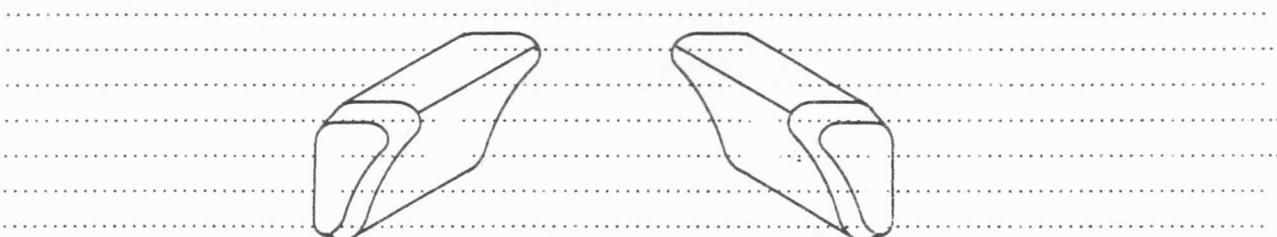
B-2-6. Compléter, à main levée, la forme du modèle en bois en deux parties de la pièce à obtenir :



B-2-7. Quels éléments faut-il prévoir pour obtenir les évidements (V1) et (V2) ? :

..... Prévoir des noyaux en sable

B-2-8. Représenter, à main levée, la solution proposée.



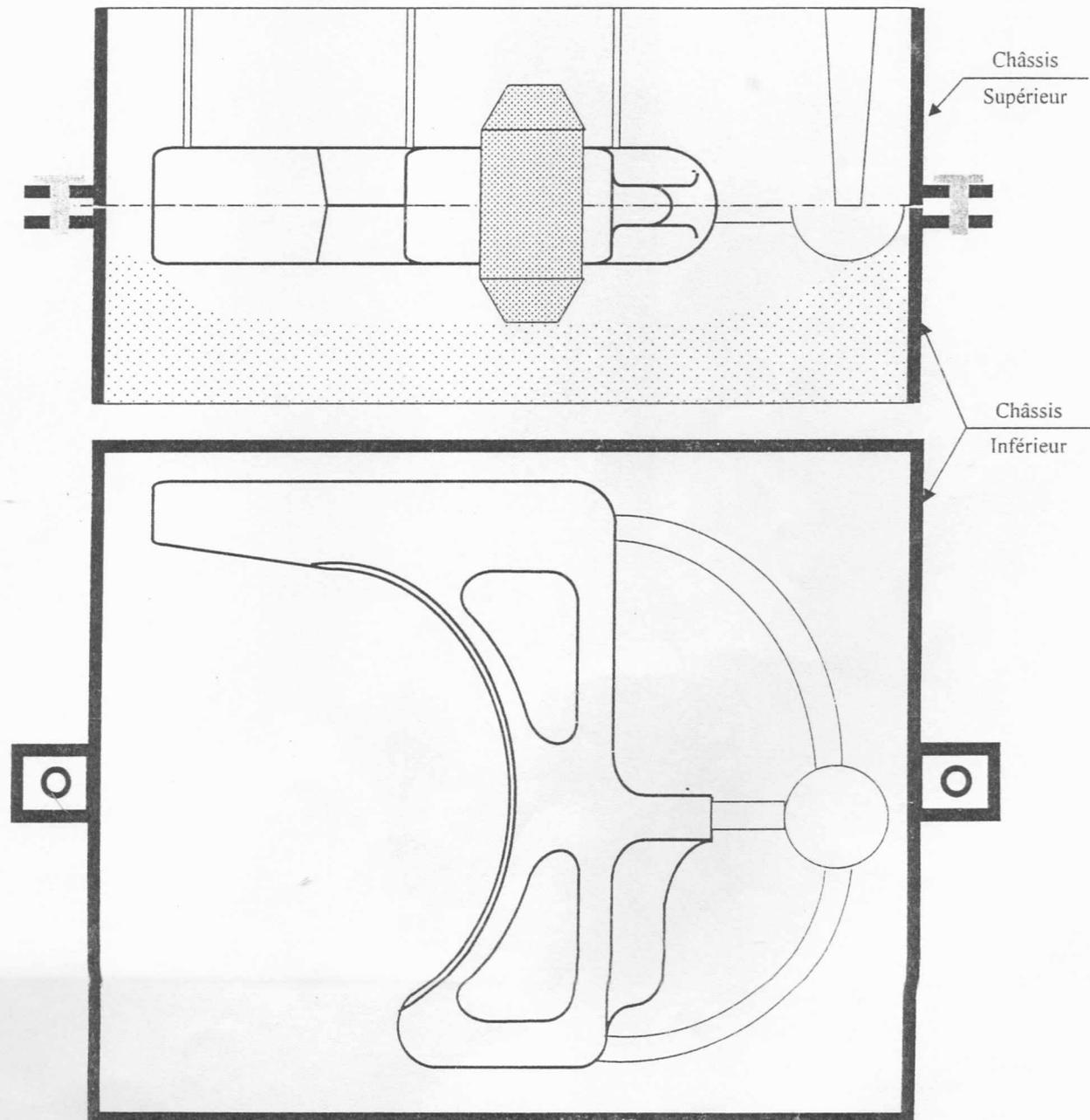
Ne rien écrire ici

B-2-9. Sachant qu'après moulage, la largeur des évidements intérieurs (L_i) est de 29 mm, calculer la cote (L_{im}) relative à cet élément.

.....(L_{im}) = (L_i) - (L_i) * 3 / 100 = 29 - 29 * 3 / 100

.....(L_{im}) = 28,13 mm.

B-2-10. Représenter, à main levée, le moule prêt à la coulée



Ne rien écrire ici

B-2-11. Quel traitement thermique doit subir le brut du plateau (10) avant son usinage ? Justifier la réponse :

.....*Un traitement thermique de durcissement structural (mise en solution ; maturation et revenu). Il permet de durcir l'alliage d'aluminium et améliorer ses caractéristiques mécaniques*

B-3. ANALYSE DU DESSIN DE DEFINITION :

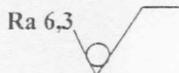
B-3-1. Quelles sont les spécifications caractérisant la surface **D** ?

-* Rugosité de Ra 6,3 μm
-* Condition géométrique de perpendicularité de 0,3 mm / (I)
-* Cotation dimensionnelle (14 \pm 0.2) / (TR1) ; (32 \pm 0.5) / (F)

B-3-2 Définir les spécifications géométriques suivantes :

Tolérance géométrique	Définition
	<p><u>Perpendicularité</u> La surface (I) doit être comprise entre deux plans théoriques distants de 0,3 mm disposés perpendiculairement par rapport à la surface référence (D).....</p>
	<p><u>Symétrie</u> La surface (K) doit être comprise entre deux plans théoriques distants de 0,2 mm disposés symétriquement par rapport aux surfaces références (M) et (L).....</p>
	<p><u>Localisation</u> L'axe du trou (TR1) doit être compris dans un cylindre théorique de diamètre 0,3 mm disposés perpendiculairement par rapport à la surface référence (A).....</p>

B-3-3. Donner la signification de la spécification suivante :



.....*Symbole de rugosité.....*
Cette surface est obtenue sans enlèvement de matière avec une rugosité arithmétique moyenne de 6,3 μm

B-4. ETUDE D'USINAGE :

On se propose d'usiner le plateau (10) défini par le document B-1. Le brut de départ de ce plateau est obtenu par moulage (figure B-2).

Les surfaces à usiner sont repérées par des lettres en majuscules. Toutes les autres surfaces resteront brutes.

Ne rien écrire ici

L'usinage du plateau (10) est effectué en trois phases de fraisage sur une fraiseuse universelle.

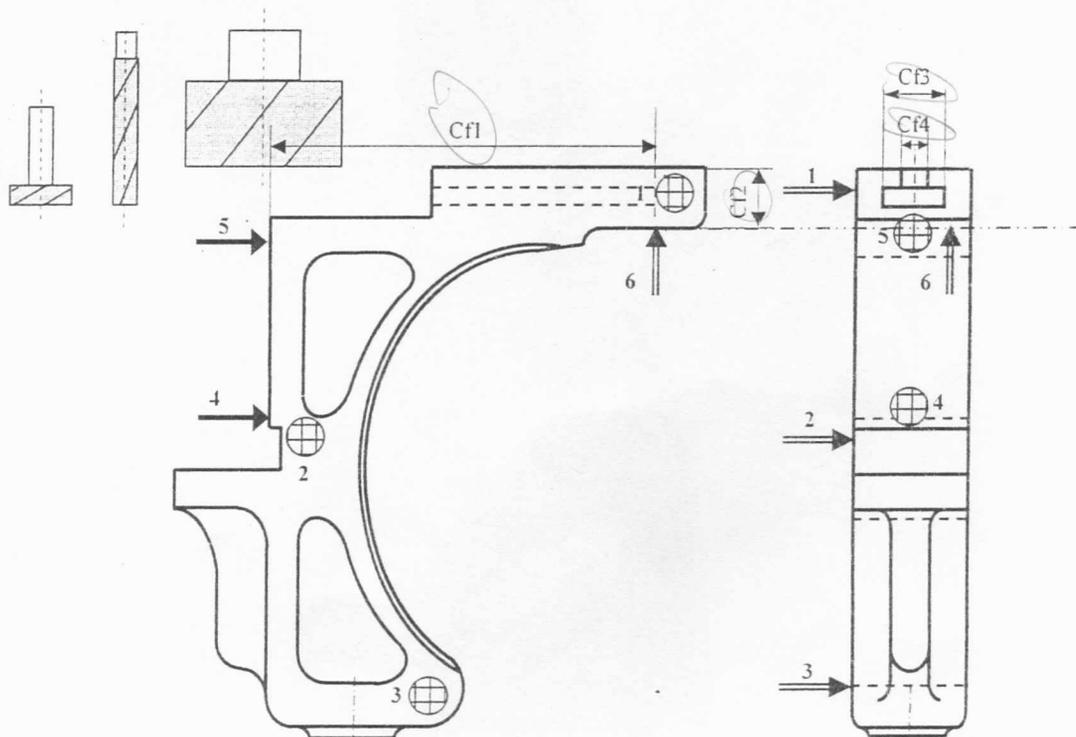
Phase 10 : réalisation des surfaces **A, B, C, D, E et F**

Phase 20 : réalisation des surfaces **G, H, I, J, K, L et M**

Phase 30 : réalisation des autres surfaces.

La **phase 10** est supposée faite. Dans ce qui suit on s'intéresse à la phase 20.

B-4-1. Sur le dessin ci-dessous, placer en fonction des spécifications dimensionnelles et géométriques, les normales nécessaires pour positionner la pièce (Isostatisme).

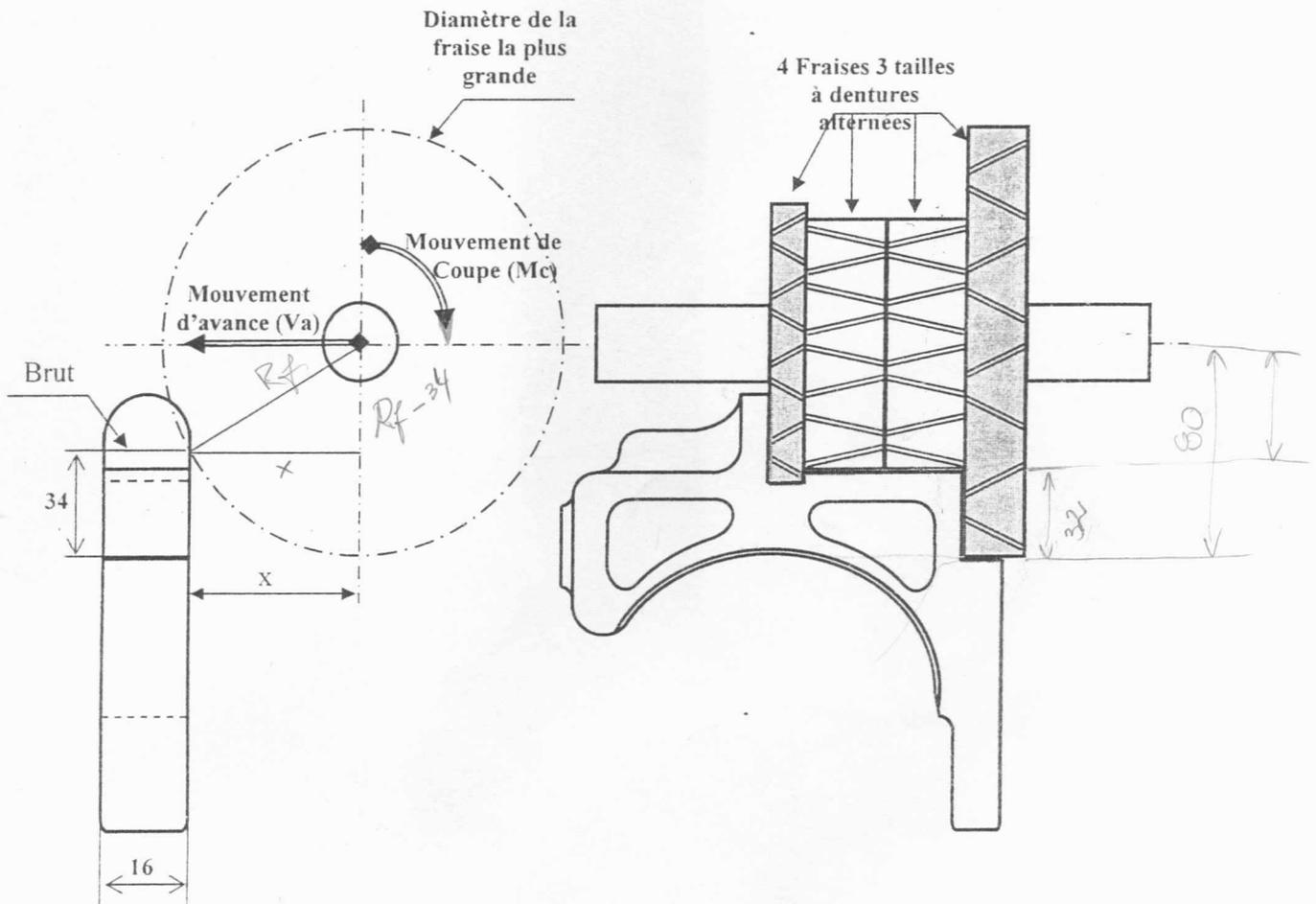


B-4-2- Sur ce même dessin, dessiner à main levée les outils à utiliser pour assurer cet usinage et indiquer les cotes de fabrication.

Ne rien écrire ici

B-5. CONDITION DE COUPE :

On s'intéresse dans cette partie aux conditions de coupe pour la réalisation des surfaces A, B, C, D, E et F. On opte pour l'utilisation d'un train de fraises 3 tailles (Figure ci dessous).



Le diamètre de la plus grande fraise utilisée est $D_f = 160 \text{ mm}$.

Ces fraises sont montées sur la même broche d'une fraiseuse horizontale. Elles tournent à une fréquence de rotation $N = 125 \text{ tr/mn}$.

Ne rien écrire ici

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi \cdot D}$$

$$\Rightarrow V_c = \frac{\pi D N}{1000}$$

B-5-1. Calculer la vitesse de coupe V_c relative aux trois surfaces usinées B, D et F.

... La vitesse de coupe relative à la surface **B** est : $V_{c,B} = \frac{\pi \cdot D_f \cdot N}{1000} = \frac{\pi \cdot 130 \cdot 125}{1000} = 51,050 \text{ m/mn}$

.... La vitesse de coupe relative à la surface **D** est : $V_{c,D} = \frac{\pi \cdot D_f \cdot N}{1000} = \frac{\pi \cdot 128 \cdot 125}{1000} = 50,265 \text{ m/mn}$

.... La vitesse de coupe relative à la surface **F** est : $V_{c,F} = \frac{\pi \cdot D_f \cdot N}{1000} = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 125}{1000} = 62,831 \text{ m/mn}$

B-5-2. Supposant que l'opération de coupe (contact outil matière) débute quand l'axe de la broche est à une distance (x) de la pièce (voir schéma ci-dessus). Calculer la distance totale parcourue par la pièce pour cette opération de coupe. (Pas de dégagement).

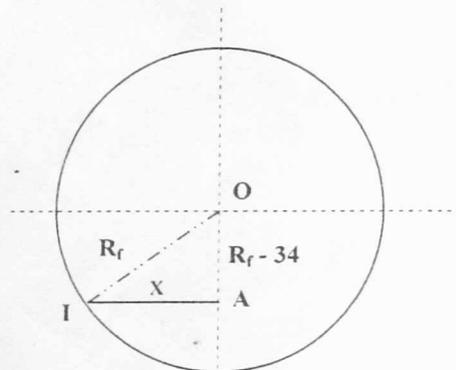
..... Considérons le triangle OIA

$$X = \sqrt{R_f^2 - (R_f - 34)^2}$$

$$= \sqrt{80^2 - (80 - 34)^2}$$

$$= \sqrt{4284}$$

$$= 65,45 \text{ mm}$$



B-5-3. Calculer ensuite le temps de coupe de cette opération d'usinage, sachant que la vitesse d'avance V_a est de 0.2 m/mn.

$$X_{total} = V_a \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{X_{total}}{V_a}$$

$$t = \frac{X + 16}{V_a} = \frac{(65,45 + 16) \cdot 10^{-3}}{0,2}$$

$$t = 0,407 \text{ mn}$$

Ne rien écrire ici

C - MECANIQUE

C-I- GEOMETRIE DE MASSES :

C-I-1. Surface de réflecteur :

$$dS = 2\pi r dl = 2\pi r \sqrt{dy^2 + dr^2} = 2\pi r \sqrt{1 + \left(\frac{dr}{dy}\right)^2} dy$$

$$\text{On pose } \lambda = \frac{dr}{dy} \Leftrightarrow dS = 2\pi r \sqrt{1 + \lambda^2} dy$$

$$r\sqrt{1 + \lambda^2} = \sqrt{r^2(1 + \lambda^2)} = \sqrt{2py(1 + \lambda^2)} \text{ et } \lambda = \frac{dr}{dy} = \frac{p}{r}$$

$$r\sqrt{1 + \lambda^2} = \sqrt{2py\left(1 + \left(\frac{p}{r}\right)^2\right)} = \sqrt{2py + p^2} \Leftrightarrow r\sqrt{1 + \lambda^2} = p\sqrt{\frac{2y}{p} + 1}$$

$$S = \int ds = \int_0^c 2\pi r \sqrt{1 + \lambda^2} dy = \int_0^c 2\pi p \sqrt{\frac{2y}{p} + 1} dy = 2\pi p \left[\frac{p}{2} \frac{2}{3} \left(\frac{2y}{p} + 1\right)^{3/2} \right]_0^c$$

$$\text{On pose } k = \left(\frac{2c}{p} + 1\right)^{3/2} \Leftrightarrow S = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot p^2 [k^{3/2} - 1]$$

C-I-2. Centre d'inertie de réflecteur :

(C, \vec{y}) est un axe de symétrie

$$\text{Donc } G \in (C, \vec{y}) \Leftrightarrow \vec{CG} = y_G \vec{y}$$

$$\text{Solide homogène} \Leftrightarrow Sy_G = \int y ds = \int_0^c 2y\pi p \sqrt{\frac{2y}{p} + 1} dy = \pi p^2 \int_0^c \frac{2y}{p} \sqrt{\frac{2y}{p} + 1} dy$$

$$\Leftrightarrow Sy_G = \frac{\pi \cdot p^3}{15} (\sqrt{k}(3k^2 - 5k) + 2)$$

Ne rien écrire ici

C-I-3. Matrice d'inertie de réflecteur :

(C, \vec{y}) est un axe de symétrie (ou de révolution) ou deux plans de symétrie : (C, \vec{y}, \vec{z}) et (C, \vec{x}, \vec{y})

Donc la matrice d'inertie de (3) au point C dans la base de R est principale.

(C, \vec{y}) est un axe de révolution \Leftrightarrow les axes \perp ont le même moment d'inertie

$$\text{Donc } I_{C\vec{x}_1}(3) = I_{C\vec{z}}(3) = A$$

C-I-4. Calcul d'un moment d'inertie :

$$B = I_{C\vec{y}}(3) = \int_{P \in 3} r^2 dm(P) = \int_0^c 2py\sigma dS \quad \Leftrightarrow \quad B = 2p\sigma \int_0^c y dS$$

et comme $\int_0^c y dS = Sy_G \Leftrightarrow B = 2p\sigma Sy_G \Leftrightarrow B = 2pmy_G$

C-I-5. Position du contre poids (CP) :

$$\overline{MAG} = \sum m_i \overline{AG_i} \Leftrightarrow (m + m_0)\overline{AG} = m(b + y_G)\vec{y} + m_0\overline{AG_0} = \vec{0} \Leftrightarrow \overline{AG_0} = -\frac{m}{m_0}(b + y_G)\vec{y}$$

C-II- ETUDE ENERGETIQUE :

C-II-1. Torseur cinématique :

Notation : première colonne vecteur rotation et deuxième colonne vecteur vitesse.

$$\{V(S/R_0)\}_R = \left\{ \begin{array}{c|c} \vec{\omega} & \vec{v} \\ \hline \beta & -a\dot{\alpha} \\ \dot{\alpha}\sin\beta & 0 \\ \dot{\alpha}\cos\beta & 0 \end{array} \right\}_A$$

$$\begin{aligned} \vec{V}_A(S/R_0) &= \vec{V}_A(1/R_0) \\ &= \vec{V}_O(1/R_0) + \vec{\Omega}(1/R_0) \wedge \overline{OA} \\ &= \vec{0} + \dot{\alpha} \vec{z}_0 \wedge (h \vec{z}_0 + a \vec{y}_1) \\ &= -a\dot{\alpha} \vec{x}_1 \end{aligned}$$

N.B. Les détails de calcul ne sont pas demandés.

Ne rien écrire ici

C-II-2. Torseur cinétique :

Notation : première colonne résultante cinétique et deuxième colonne moment cinétique.

$$\vec{Q}(S/R_0) = M\vec{V}_G(S/R_0) = -Ma\ddot{\alpha}\vec{x}_1; \quad G \equiv A$$

$$\{C(S/R_0)\} = \begin{Bmatrix} -Ma\ddot{\alpha} & J\ddot{\beta} \\ \mathbf{0} & K\dot{\alpha}\sin\beta \\ \mathbf{0} & J\dot{\alpha}\cos\beta \end{Bmatrix}_A$$

$$\begin{aligned} \vec{\sigma}_A(S/R_0) &= [I_A(S)] \vec{\Omega}(S/R_0) \\ &= \begin{bmatrix} J & 0 & 0 \\ 0 & K & 0 \\ 0 & 0 & J \end{bmatrix}_{(\vec{x}_1, \vec{y}, \vec{z})} \begin{Bmatrix} \beta \\ \dot{\alpha}\sin\beta \\ \dot{\alpha}\cos\beta \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

N.B. Les détails de calcul ne sont pas demandés.

C-II-3. Moment dynamique de (S) par rapport à R₀ :

$$\vec{\delta}_A(S/R_0) = \frac{d\vec{\sigma}_A(S/R_0)}{dt} /_{R_0} = \frac{d\vec{\sigma}_A(S/R_0)}{dt} /_R + \vec{\Omega}(R/R_0) \wedge \vec{\sigma}_A(S/R_0)$$

$$\vec{\delta}_A(S/R_0) = \begin{Bmatrix} J\ddot{\beta} + \dot{\alpha}^2(J - K)\cos\beta\sin\beta \\ K(\ddot{\alpha}\sin\beta + \dot{\alpha}\dot{\beta}\cos\beta) \\ J\ddot{\alpha}\cos\beta + (K - 2J)\dot{\alpha}\dot{\beta}\sin\beta \end{Bmatrix}_A$$

C-II-4. Actions mécaniques extérieures exercées sur le système (S) :

$$\{T(\text{Vent} \rightarrow S)\} = \begin{Bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ F\cos\beta & \mathbf{0} \\ F\sin\beta & \mathbf{0} \end{Bmatrix}_A; \quad \{T(\text{Moteur} \rightarrow S)\} = \begin{Bmatrix} \mathbf{0} & Cm \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{Bmatrix}_A$$

$$\{T(\mathbf{1} \rightarrow S)\} = \begin{Bmatrix} X_{10} & \mathbf{0} \\ Y_{10} & M_{10} \\ Z_{10} & N_{10} \end{Bmatrix}_A; \quad \{T(\vec{g} \rightarrow S)\} = \begin{Bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ -Mg & \mathbf{0} \end{Bmatrix}_A$$

Ne rien écrire ici

C-II-5. Théorème du moment dynamique en projection sur \vec{x}_1 :

$$\vec{\delta}_A(S/R_0) \cdot \vec{x}_1 = \vec{M}_A(\vec{S} \rightarrow S) \cdot \vec{x}_1 \Leftrightarrow J\ddot{\beta} + \dot{\alpha}^2(J - K)\cos\beta\sin\beta = C_m$$

$$C_m = J\ddot{\beta} + \frac{1}{2}\dot{\alpha}^2(J - K)\sin 2\beta$$

C-III- RESISTANCE DES MATERIAUX :

C-III-1. Torseurs de cohésion :

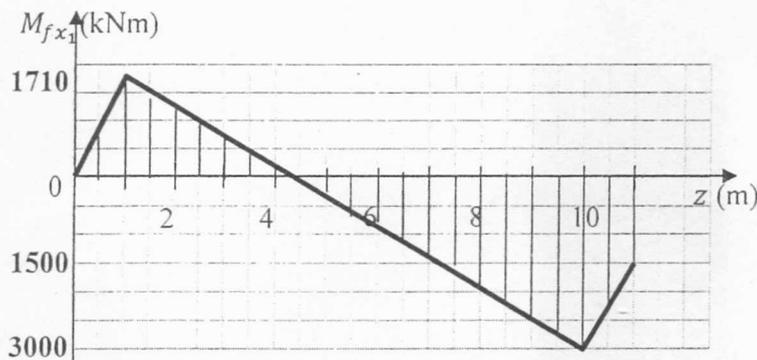
$$G \in [O, A[; 0 \leq z \leq 1 \quad ; \{T_{Coh}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} 4700 & 1710z \\ \hline 1710 & -4700z \\ \hline 0 & -2350 \end{array} \right\}_G ;$$

$$G \in [A, B[; 1 \leq z \leq 10 \quad ; \{T_{Coh}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} -522 & -524z + 2234 \\ \hline -524 & 522z - 5220 \\ \hline -150000 & -2350 \end{array} \right\}_G ;$$

$$G \in [B, C[; 10 \leq z \leq 11 \quad ; \{T_{Coh}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 1500z - 18000 \\ \hline 1500 & 0 \\ \hline -150000 & -2350 \end{array} \right\}_G .$$

Ne rien écrire ici

C-III-2. Diagramme de moment fléchissant M_{fx_1} :



$$M_{fx_1-\text{Max}} = 3000 \text{ kNm}$$

C-III-3. Relation entre D et d :

$$\sigma_{\text{Max}} = \frac{M_{fx_1-\text{Max}}}{I_{G\bar{y}_1}} \frac{D}{2} \leq \sigma_{pe} \equiv R_{pe} \text{ avec } I_{G\bar{y}_1} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \text{ et } R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

$$\pi R_{pe} (D^4 - d^4) - 32 M_{fx_1-\text{Max}} D \geq 0$$

C-III-4. Fixation de la roue dentée sur le pylône :

a - Force tangentielle :

$$T = \frac{C}{r} \frac{1}{24} = \frac{2350}{0,45} \frac{1}{24} = 217,6 \text{ kN}$$

$$T = 217,6 \text{ kN}$$

b - Diamètre minimal des boulons :

$$\frac{T}{s} \leq R_{pg} \Leftrightarrow \frac{4T}{\pi d^2} \leq \frac{R_g}{s} \Leftrightarrow d \geq \sqrt{\frac{4Ts}{\pi R_g}}$$

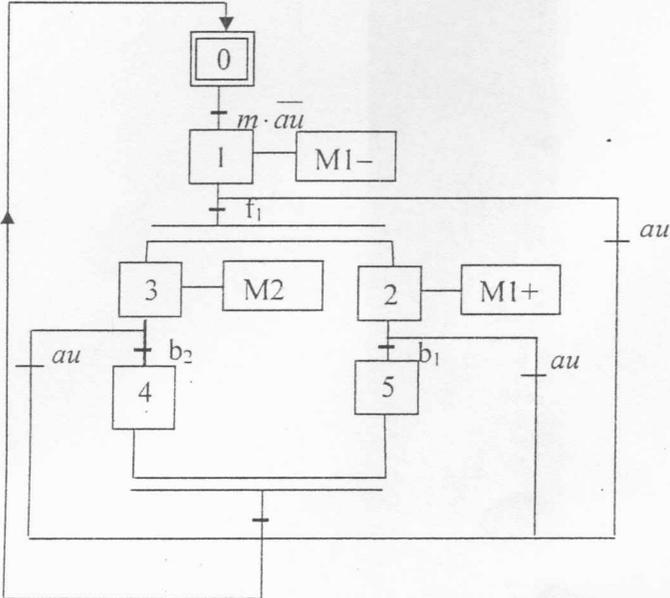
$$d \geq 31,46 \text{ mm}$$

Ne rien écrire ici

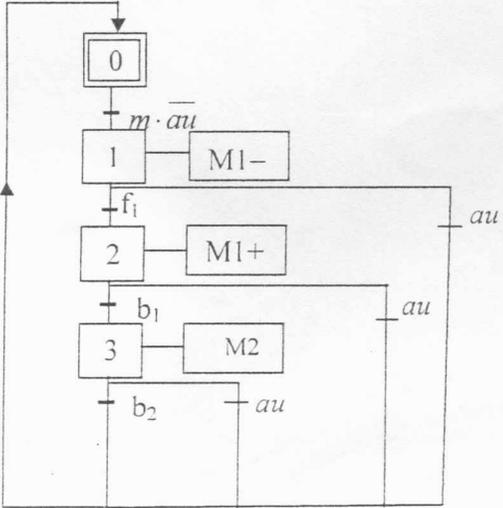
D - AUTOMATIQUE

D-I- Grafset :

Solution 1



Solution 2



Ne rien écrire ici

D-II-1-1.

$$q(t) + \tau \frac{dq}{dt} = K_1 u \Rightarrow Q(p) + \tau p Q(p) = K_1 U(p) \Rightarrow H_1(p) = \frac{Q(p)}{U(p)} = \frac{K_1}{1 + \tau p}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \Omega(t) \Rightarrow p\theta(p) = \Omega(p) \Rightarrow H_2(p) = \frac{\theta(p)}{\Omega(p)} = \frac{1}{p}$$

$$H(p) = \frac{\theta(p)}{U(p)} = K_2 H_1(p) H_2(p) = \frac{K_1 K_2}{p(1 + \tau p)} = \frac{2}{p(1 + 0.005p)}$$

D-II-1-2.

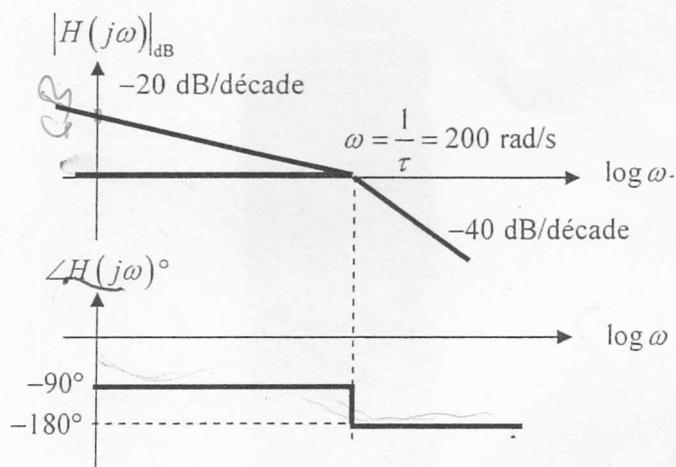
Réponse impulsionnelle : $u(t) = \delta(t) \Rightarrow \theta(t) = \mathcal{L}^{-1}(H(p))$

$$H(p) = \frac{2}{p(1 + 0.005p)} = \frac{2}{p} - \frac{0.01}{1 + 0.005p} = \frac{2}{p} - \frac{2}{p + 200} \Rightarrow \theta(t) = 2 - 2e^{-200t} = 2(1 - e^{-200t})$$



Ne rien écrire ici

D-II-1-3.



D-II-2-1.

.....

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad} \rightarrow 10 \text{ V}$$

$$1 \text{ rad} \rightarrow K_3 = \frac{10}{2\pi} = 1.59 \text{ V/rad}$$

.....

D-II-2-2-a.

.....

$$F(p) = \frac{KH(p)}{1 + K_3KH(p)} = \frac{2K}{0.005p^2 + p + 3.18K}$$

.....

D-II-2-2-b.

.....

$$M\varphi = 180^\circ + \angle KK_3H(j\omega_c)^\circ \quad (\omega_c: \text{pulsation de coupure à } 0 \text{ dB})$$

$$= 180^\circ - 90^\circ - \arctan 0.005\omega_c = 45^\circ$$

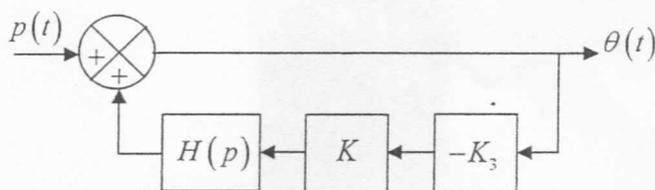
$$\Rightarrow \arctan 0.005\omega_c = 45^\circ \Rightarrow \omega_c = \frac{1}{0.005} = 200 \text{ rad/s}$$

$$|KK_3H(j\omega_c)| = 1 \Rightarrow K = \frac{1}{1.59|H(j\omega_c)|} = 88.9$$

Ne rien écrire ici

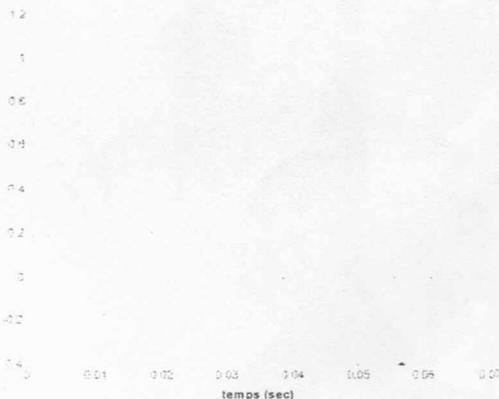
D-II-2-2-c.

$$\theta_c(t) = 0 :$$



$$\frac{\theta(p)}{P(p)} = \frac{1}{1 + K_3 K H(p)} = \frac{p(1 + 0.005p)}{0.005p^2 + p + 282.7}$$

$$P(p) = \frac{1}{p} \Rightarrow \theta(t) = \mathcal{L}^{-1} \left(\frac{1 + 0.005p}{0.005p^2 + p + 282.7} \right) = e^{-100t} (\cos(215.7t) + 0.463 \sin(215.7t))$$



D-II-2-2-d.

$$p(t) = t \Rightarrow P(p) = \frac{1}{p^2} \left. \begin{array}{l} \\ \theta_c(t) = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \theta(p) = \frac{1 + 0.005p}{p(0.005p^2 + p + 282.7)}$$

$$\theta(\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} p\theta(p) = \frac{1}{282.6} = 0.0035 \text{ rad}$$

$$\varepsilon(\infty) = -K_3\theta(\infty) = -1.59 \times 0.0035 = -0.0056 \text{ V}$$

$$\theta_c(t) \neq 0$$

$$\varepsilon(p) = \frac{p(1 + 0.005p)}{0.005p^2 + p + 282.7}$$

Ne rien écrire ici

D-II-2-3-a.

$$F(p) = \frac{R(p)H(p)}{1 + K_p R(p)H(p)} = \frac{2(K_i + K_p p)}{0.005p^3 + p^2 + 3.18K_p p + 3.18K_i}$$

Tableau de Routh :

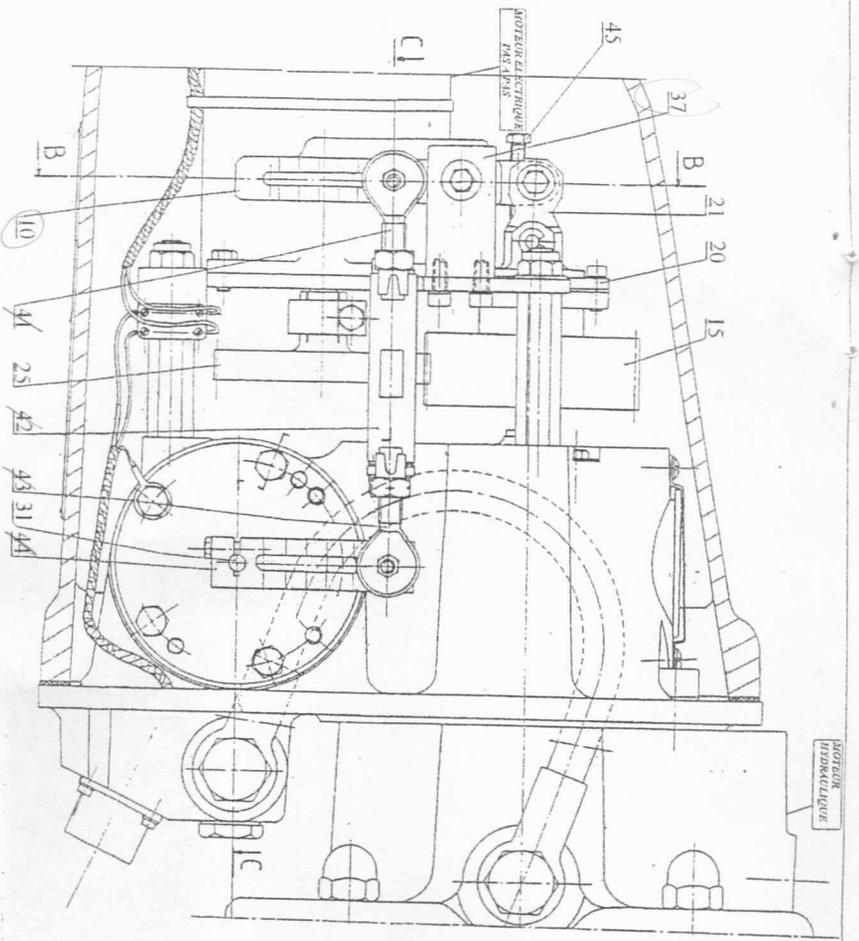
0.005	3.18K _p
1	3.18K _i
3.18K _p - 0.005 × 3.18K _i	0
3.18K _i	

Conditions de stabilité :

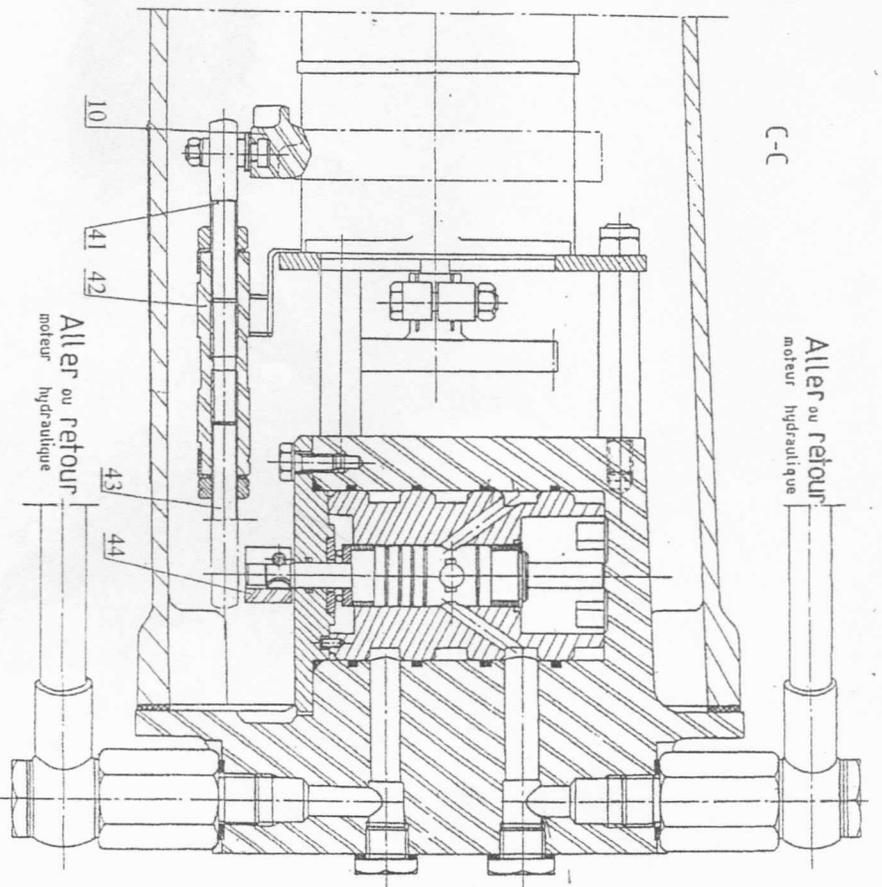
$$\begin{cases} K_i > 0 \\ K_p > 0.005K_i \end{cases}$$

D-II-2-3-b.

.....
Le correcteur PI permet d'annuler l'erreur de traînage ($\varepsilon(\infty) = 0$ pour une entrée rampe).
.....



23	1	Arbre du moteur élect. pas à pas	45	2	Vis pour butée réglable
22	1	Boulon	44	1	Manivelle réglable
21	1	Biellette intermédiaire	43	1	Rotule aval
20	1	Flasque de butée	42	1	Biellette réglable
19	1	Butée à bille	41	1	Rotule amont
18	1	Butée à billes	40	1	Flexible
17	1	Carter de butée	39	1	Flexible
16	1	Manchon d'accouplement	38	1	Boulon
15	1	Roue dentée	37	2	Support
14	1	Axe du comparateur	36	2	Roulement à bille
13	1	Couvercle	35	1	Bague
12	1	Roulement à billes rigide	34	1	Vis
11	1	Roulement à billes rigide	33	1	Joint
10	1	Plateau articulé	32	1	Corps du distributeur
9	1	Axe d'écrou	31	1	Axe du distributeur
8	1	Roulement à billes rigide	30	1	Carter
7	1	Boîtier	29	2	Plaque support
6	1	Moyeu	28	4	Entretôises
5	1	Roulement à billes rigide	27	4	Ecrou
4	1	Éléments d'accouplement	26	4	Vis
3	1	Carter arrière	25	1	Roue dentée
2	1	Plateau d'accouplement	24	1	Collier
1	1	Arbre du moteur hydraulique			
Rp.	Nbre	Désignations	Rp.	Nbre	Désignations



Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs - Session 2007

Le 08 Juin 2007

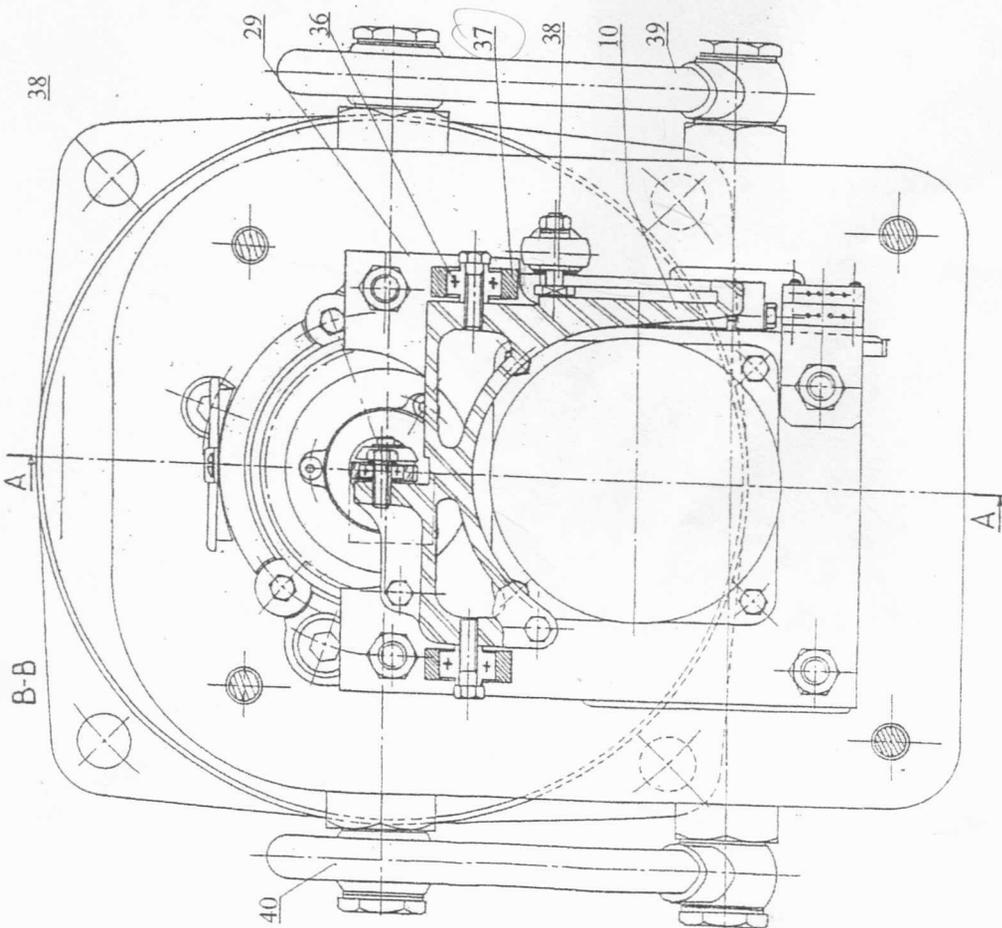
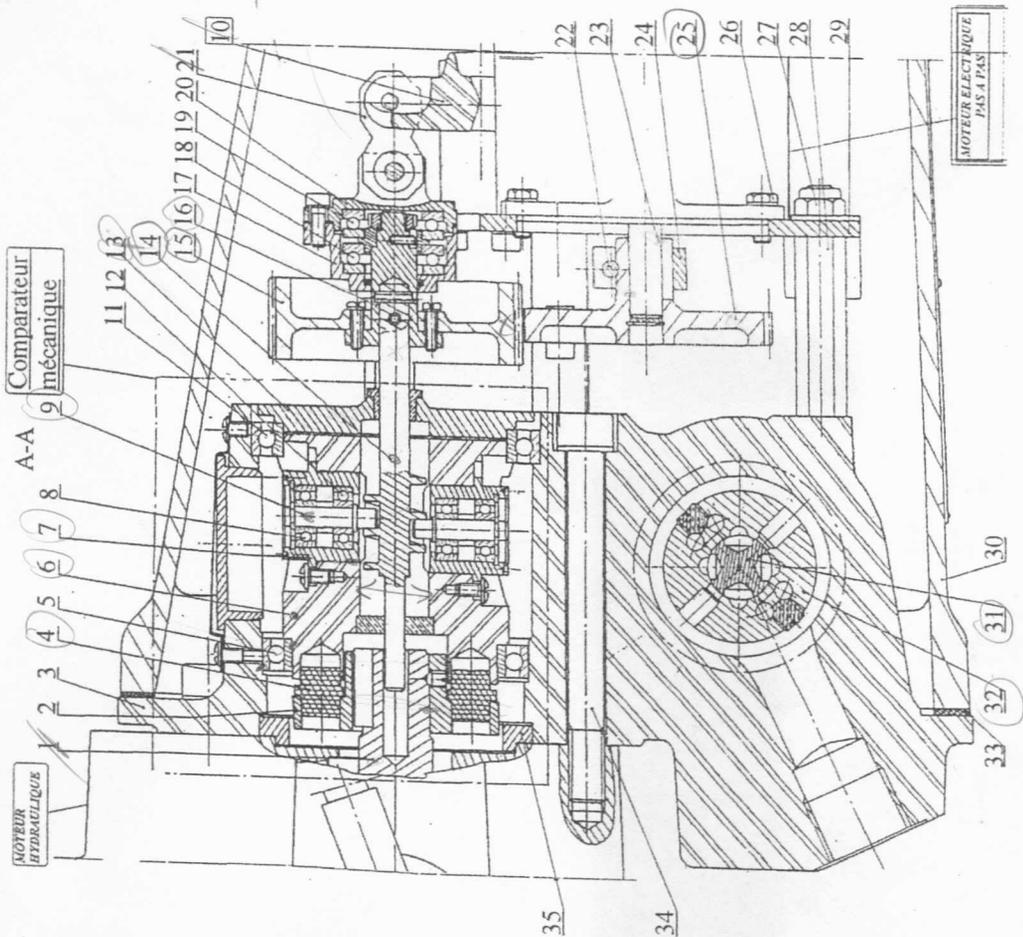
ACTIONNEUR ELECTRO HYDRAULIQUE

Document 1

(suite)

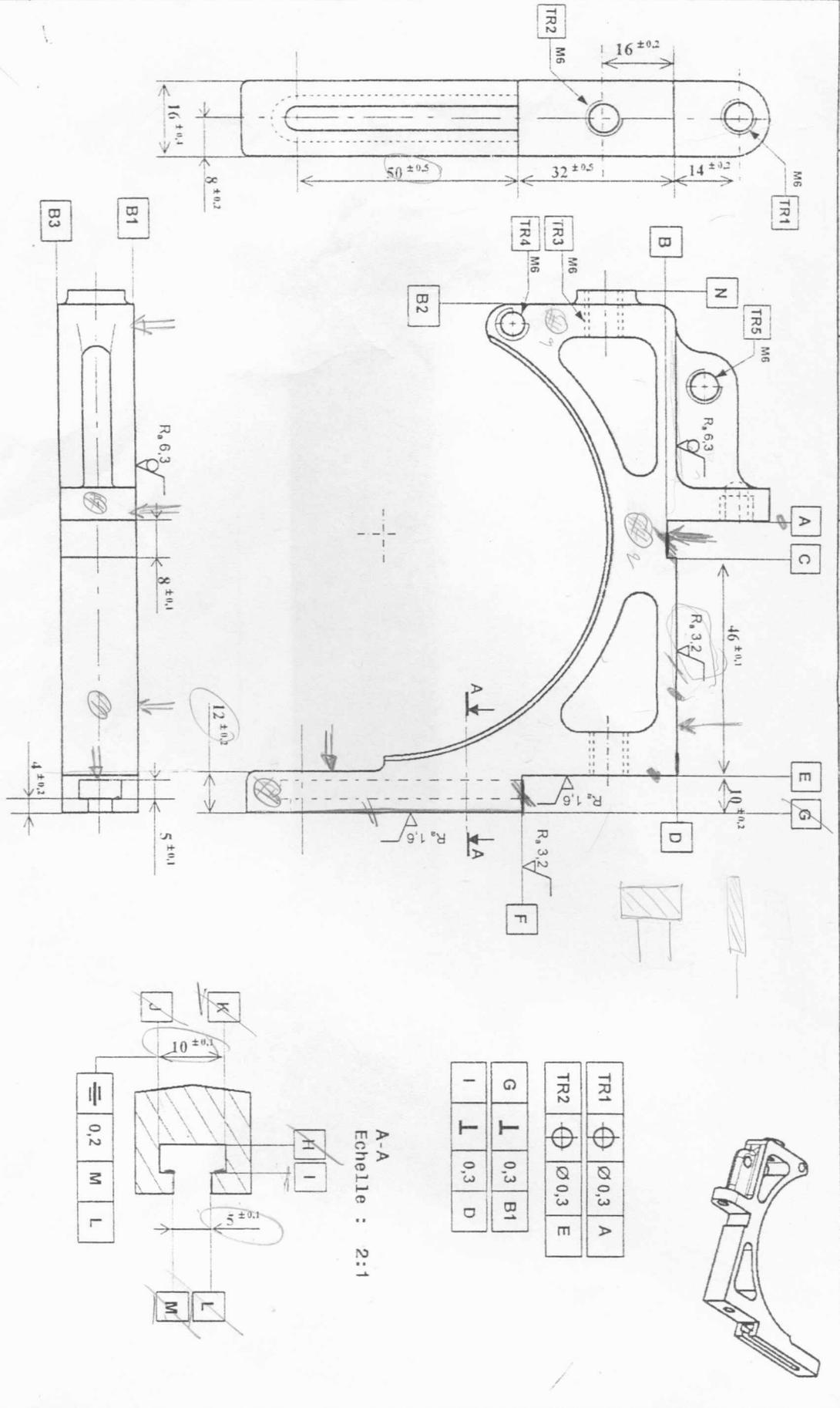
Echelle : 7 / 10

2.2



Concours nationaux
d'entrée aux cycles de
formation d'ingénieurs
Session 2007

Nota:
En guise de simplification, la forme de la pièce 10 est
modifiée et sa cotation est limitée aux cotés nécessaires
à l'usinage des surfaces demandées.



TR1	Ø 0.3	A
TR2	Ø 0.3	E
G	L	0.3 B1
I	L	0.3 D

A-A
Echelle : 2:1

Document B-1

PLATEAU ARTICULE (10)

Matière: EN AC - AL 91 8 Cu 3
Quantité: 200 Pièces / mois / 3 ans

A3			
		D	
		C	
		B	
		A	