République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Concours Nationaux d'Entrée aux
Cycles de Formation d'Ingénieurs
**Session 2026**

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي
المناظرات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2026

**AVIS IMPORTANT AUX CANDIDATS**

Ce cahier d'examen **est strictement personnel**. Il ne doit comporter **aucun signe distinctif**.
Les réponses doivent être rédigées en **noir** ou en **bleu**.
Le **non respect** de l'une de ces recommandations peut conduire à l'attribution de la note **ZERO** à la copie.

Case à cocher si le candidat est absent ☐

CONCOURS : **Technologie**

EPREUVE DE : **Conception et fabrication mécanique**

DATE :**09-06-2026 à 08 H 00** DURÉE : **4 HEURES**

NE RIEN ÉCRIRE ICI

NOM : .....

PRÉNOM : .....

DATE DE NAISSANCE : .....

N° de C.I.N/PASSEPORT pour les étrangers : .....

SÉRIE : .....

IDENTIFIANT : .....

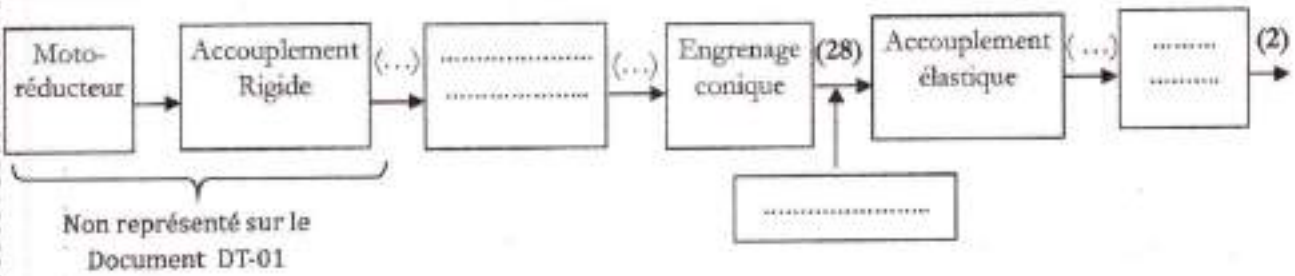
| Signature des enseignants | |
|---|---|
| | |

| Signature du candidat |
|---|
| |

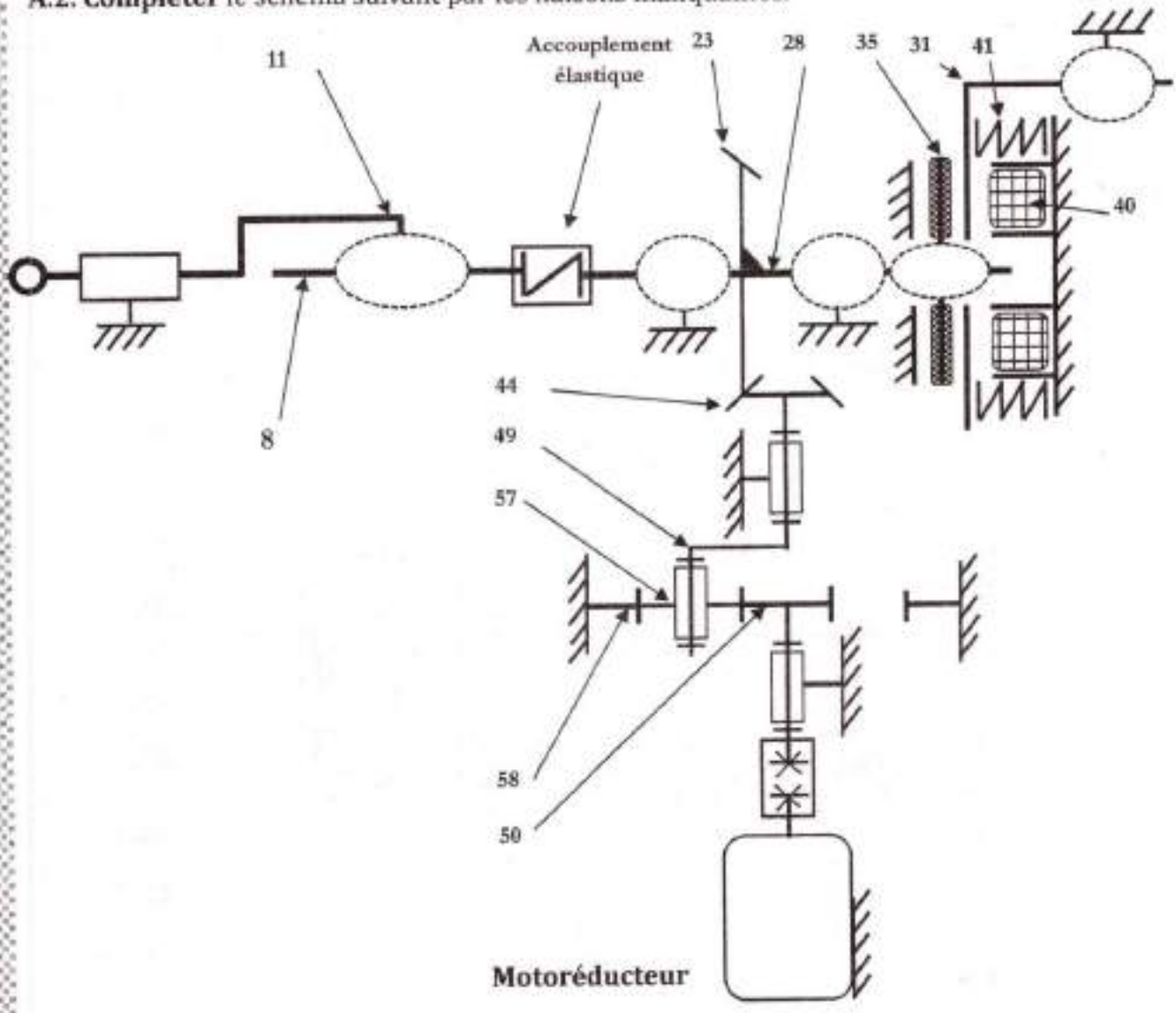
# Partie A : Conception Mécanique

## ♦ Section A.I- Étude technologique :

**A.1.** En se basant sur le document technique (**DT-01**), **compléter** le diagramme fonctionnel associé à la chaîne de transmission de puissance entre le motoréducteur et la tige du vérin (2).




**A.2. Compléter** le schéma suivant par les liaisons manquantes.




**A.3. Compléter** le tableau ci-après en indiquant les états du ressort (41) et de l'arbre (28).

| Etat de l'électro-aimant (40) | Ressort (41) | Arbre (28) |
|---|---|---|
| Non alimenté | ..... | ..... |
| Alimenté | ..... | ..... |

NE RIEN ÉCRIRE ICI

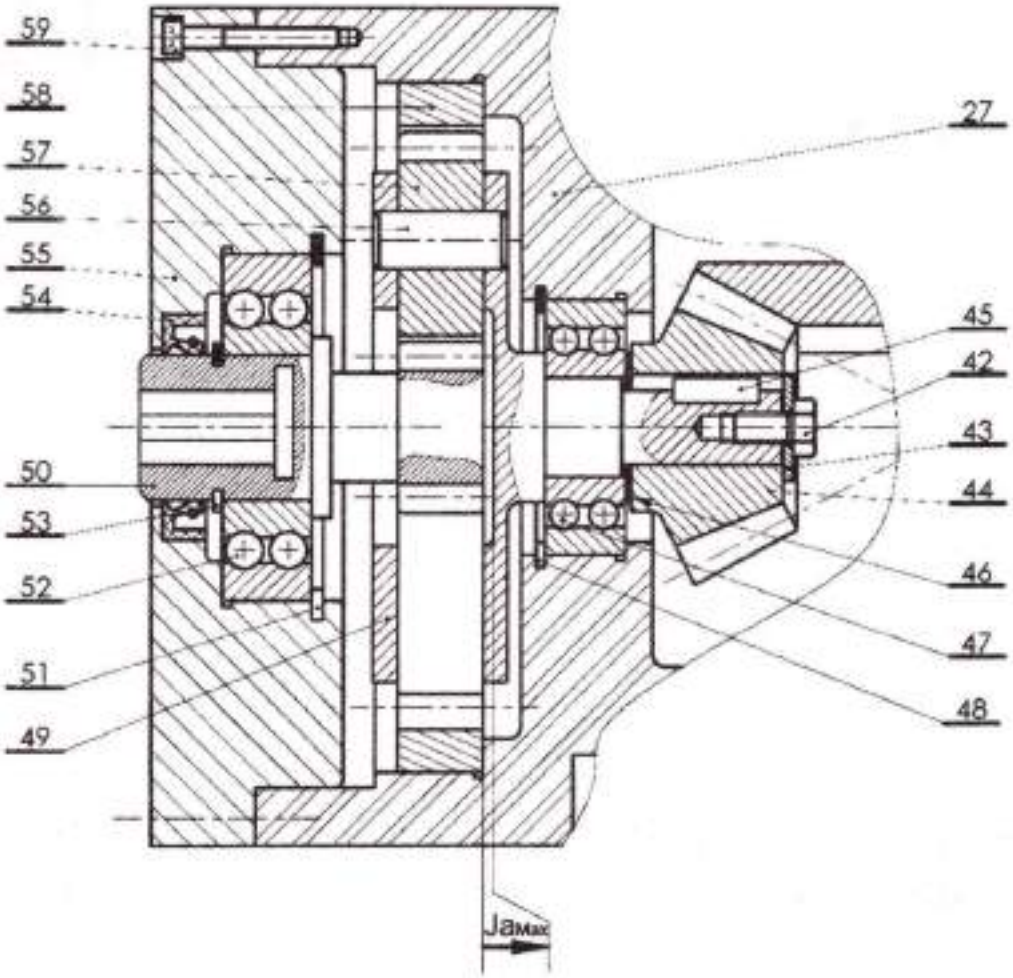
**A.4. Compléter** le tableau suivant, en précisant l'ajustement et la liaison entre les pièces.

| Pièces | Ajustement | Liaison |
|---|---|---|
| 27/30 | ϕ H7/h6 | Encastrement |
| 28/35 | ..... | ..... |
| 9/10 | ..... | ..... |
| 3/6 | ..... | ..... |
| 6/7 | ..... | ..... |

**A.5. Compléter** le tableau suivant, en précisant le rôle des pièces.

| Pièces | Rôle |
|---|---|
| 2, 9, 10, 12 et 13 | ..... |
| 39 | ..... |
| 18 | ..... |
| 26 et 46 | ..... |

**A.6. Etablir** la chaine de côte relative à la condition $Ja_{Max}$.




NE RIEN ÉCRIRE ICI

**A.7. Donner** l'expression de la côte condition $Ja_{Max}$.

$Ja_{Max}$ =.....

**♦Section A.II- Etude du train épicycloïdal (49, 50, 57 et 58) :**

**A.8. Justifier** pourquoi il s'agit d'un train non ordinaire.

.....

**A.9. Déterminer** le rapport de base ($r_b$) de ce train en fonction des nombres de dents.

.....

.....

$r_b$ =.....

**A.10.** En utilisant la formule de Willis, **Exprimer** le rapport de transmission $r_{(49/50)} = \frac{N_{49}}{N_{50}}$ en fonction du rapport de base $r_b$.

.....

.....

.....

$r_{(49/50)}$ = .....

**A.11. En déduire** l'expression du rapport $r_{(49/50)}$ en fonction des nombres de dents. Puis **calculer** $r_{(49/50)}$.

.....

.....

.....

.....

$r_{(49/50)}$ = .....

**A.N**

$r_{(49/50)}$ = .....

**A.12. Vérifier** la condition de montage (HARICOT) traduisant l'engrènement des engrenages de ce train.

.....

.....

.....

.....

**A.13. Calculer** le nombre de tours de l'arbre (28).

.....

.....

.....

.....

$N_{28}$ =.....(tr/min)

NE RIEN ÉCRIRE ICI

**Section A.III- Etude du système vis-écrou (8, 11) :**

En se référant au document Donnés et Hypothèses (Pages 5/10 et 6/10) :

**A.14. Calculer** l'angle d'hélice (i) de la vis (8) en degré.

.....

..... i = .....(°)

**A.15. Justifier** le caractère du système Vis-écrou (8/11) réversible ou non.

.....

.....

.....

**A.16. Calculer** le rendement du système Vis-Ecrou ($\eta_{8/11}$).

.....

..... $\eta_{8/11}$ = .....(%)

**A.17. Calculer** la vitesse de sortie de la tige (2) du vérin $V_2$ en (m/s).

.....

.....

..... $V_2$ = ..... (m/s)

**A.18. Calculer** la hauteur minimal ($H_{11}$) de l'écrou (11) pour résister au matage provenant de la charge maximale appliquée sur le vérin.

.....

.....

.....

..... $H_{11min}$ = ..... (mm)

**A.19. Vérifier** cette hauteur ($H_{11}$) de l'écrou (11) pour résister au cisaillement pour la même charge appliquée et **conclure**.

.....

.....

..... $H_{11min}$ = ..... (mm)

**Conclusion :**

.....

NE RIEN ÉCRIRE ICI

NE RIEN ÉCRIRE ICI

**Section A.IV- Etude de la transmission de puissance :**

**Dans la suite on suppose que le rendement $\eta_{8/11}$ = 0.5 et que $V_2$ = 0.005 (m/s)**

**A.20. Calculer** le rendement global du mécanisme $\eta_G$.

.....

..... $\eta_G$ = .....

**A.21. Calculer** la puissance à la sortie de la tige (2) du vérin $P_2$.

..... $P_2$ = ..... (W)

**A.22. En déduire** la force maximale ($F_2$) développée par la tige du vérin.

..... $F_2$ = ..... (N)

**A.23. Calculer** le couple appliqué ($C_8$) sur la Vis (8) lors d'une coupure de courant, lorsque la force exercée sur la tige du vérin est limitée à $F_a$ = 10 000N.

.....

.....

..... $C_8$ = ..... (N.m)

**A.24. En déduire** le couple appliqué sur le disque de frein ($C_{35}$) lors d'une coupure de courant, lorsque la force Fa est appliquée sur la tige du vérin.

.....

..... $C_{35}$ = ..... (N.m)

♦ **Section A.V- Etude du frein à disques (31, 35, 39, 40 et 41) :**

**On suppose que le couple $C_{35}$= 8 (N.m)**

**A.25. Calculer** la force totale (**$F_t$**) développée par les ressorts (41).

.....

.....

..... $F_t$ = ..... (N)

**A.26. Calculer** la pression de contact (**$P_{35}$**) exercée sur la garniture du frein (35) et **conclure**.

.....

..... P =..... (MPa)

**Conclusion :** .....

**A.27. Calculer** la raideur ($K_{41}$) du ressort (41) assurant l'effort presseur du frein, en supposant que le raccourcissement **Δl** lors du montage est de 5 mm.

.....

.....

..... $K_{41}$ = ..... (N/mm)

**A.28. Calculer** la force ($F_{40}$), développée par l'électro-aimant, nécessaire pour libérer le disque du frein (35). On suppose que le jeu entre le plateau (31) et la cloche (32) est de 1,5mm.

.....

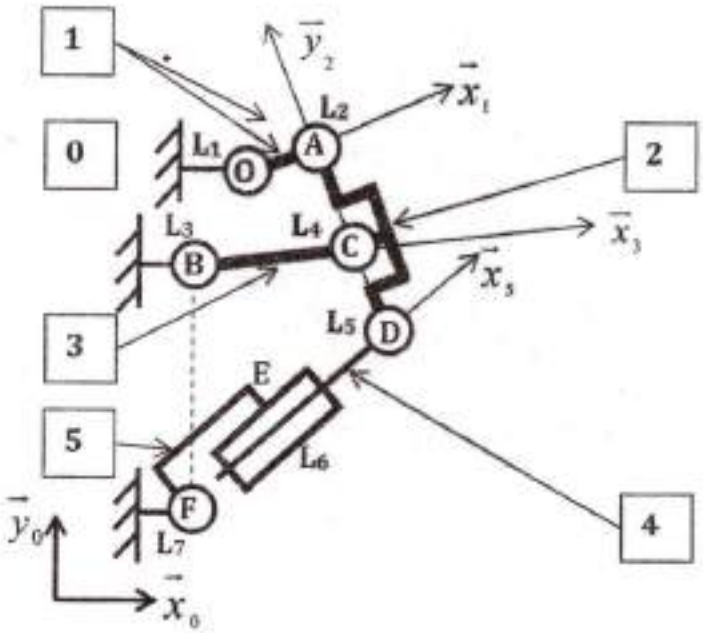
.....

.....

..... $F_{40}$ = ..... (N)

**Section A.VI- Théorie des mécanismes :**

En se référant au système présenté sur la Figure 1 (Page 3/10), le schéma cinématique du basculeur de caisse est illustré par la figure suivante :




On adoptera la notation suivante pour les torseurs cinématiques :

$$\{\mathcal{V}_{Li}\}_Q^{\mathcal{B}} = \begin{Bmatrix} \alpha_i & u_i \\ \beta_i & v_i \\ \gamma_i & w_i \end{Bmatrix}_Q^{\mathcal{B}}$$

Les vecteurs de positions des centres des liaisons sont donnés par :

$\overrightarrow{OA} = a\cos\alpha\,\overrightarrow{x_0} + a\sin\alpha\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{BC} = b\cos\beta\,\overrightarrow{x_0} + b\sin\beta\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{ED} = c\cos\gamma\,\overrightarrow{x_0} + c\sin\gamma\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{FB} = d\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{BO} = e\,\overrightarrow{x_0} + f\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{FE} = h\cos\gamma\,\overrightarrow{x_0} + h\sin\gamma\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{DA} = -g\sin\varphi\,\overrightarrow{x_0} + g\cos\varphi\,\overrightarrow{y_0}$

$\overrightarrow{x_5} = \cos\gamma\,\overrightarrow{x_0} + \sin\gamma\,\overrightarrow{y_0}$

NE RIEN ÉCRIRE ICI

**A.29. Compléter** le graphe de liaison du basculeur et donner les différentes liaisons.

$L_1$ : liaison pivot d'axe $(O, \vec{z_0})$

$L_2$ : .....

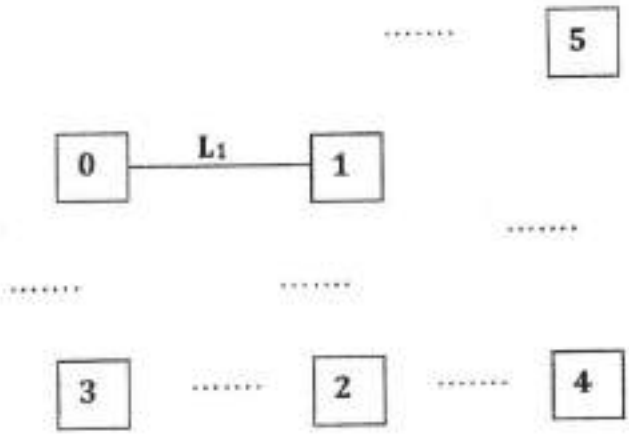
$L_3$ : .....

$L_4$ : .....

$L_5$ : .....

$L_6$ : .....

$L_7$ : .....




**A.30. Calculer** le nombre cyclomatique γ de ce système.

.....

.....

γ = .....

**A.31. Ecrire** les torseurs cinématiques, **dans la base $B_0$**, des différentes liaisons dans leurs points d'application.

**On vous donne** $\left\{\mathcal{T}_{L_6(5/4)}\right\}_E^{B_5} = \begin{Bmatrix} \alpha_6 & u_6 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_E^{B_5}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_6(5/4)}\right\}_E^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_E^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_1(1/0)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_2(2/1)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_3(0/3)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_4(2/3)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_5(4/2)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

$\left\{\mathcal{T}_{L_7(0/5)}\right\}_{\cdots}^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_{\cdots}^{B_0}$

**A.32. Déterminer, au point O,** les torseurs cinématiques des différentes liaisons dans la base $B_0$.

$$\left\{\mathcal{T}_{L_6(5/4)}\right\}_O^{B_0} = \begin{Bmatrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{Bmatrix}_O^{B_0}$$



NE RIEN ÉCRIRE ICI

$$\left\{\mathcal{V}_{L_3(2/1)}\right\}_O^{R_1} = \left\{\begin{matrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{matrix}\right\}_O^{B_1}$$

$$\left\{\mathcal{V}_{L_3(0/3)}\right\}_O^{B_1} = \left\{\begin{matrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{matrix}\right\}_O^{B_1}$$

$$\left\{\mathcal{V}_{L_4(2/3)}\right\}_O^{B_1} = \left\{\begin{matrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{matrix}\right\}_O^{B_1}$$

$$\left\{\mathcal{V}_{L_3(4/2)}\right\}_O^{B_1} = \left\{\begin{matrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{matrix}\right\}_O^{B_1}$$

$$\left\{\mathcal{V}_{L_4(0/5)}\right\}_O^{B_1} = \left\{\begin{matrix} \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots \end{matrix}\right\}_O^{B_1}$$

**A.33. Ecrire** les équations torsorielles traduisant les fermetures des chaînes cinématiques.

**Chaine : 0-5-4-2-1-0**

.....

**Chaine : 0-3-2-1-0**

.....

**A.34. En déduire** le système d'équations scalaires au point **O** de chaque chaîne.

**Chaine : 0-5-4-2-1-0**

..... **(1)**

..... **(2)**

..... **(3)**

..... **(4)**

..... **(5)**

..... **(6)**

**Chaine : 0-3-2-1-0**

..... **(7)**

..... **(8)**

..... **(9)**

..... **(10)**

..... **(11)**

..... **(12)**

NE RIEN ÉCRIRE ICI

**A.35.** En admettant que $\alpha_6=0$, **Calculer** le degré de mobilité **m** et le degré d'hyperstaticité **h** du mécanisme.

.....

.....

.....

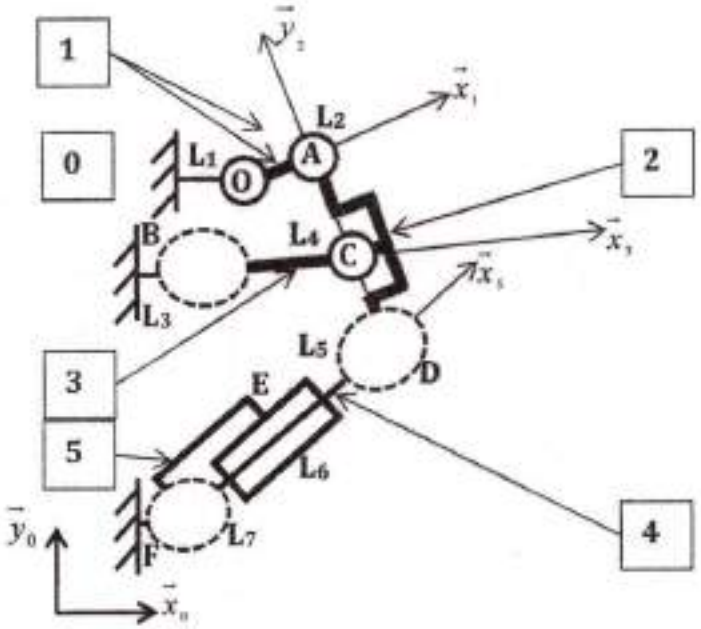
.....

..... m = ..... h = .....

**A.36.** On souhaite rendre le mécanisme isostatique. **Proposer** une solution, en modifiant les liaisons aux points B, D et F. **Représenter** ces liaisons sur la figure suivante.

.....

.....




**A.37.** En appliquant la loi de mobilité globale **calculer** m et h de la solution proposée.

.....

.....

.....

..... m = ..... h = .....

## Section A.VII - Étude graphique

**On donne** le dessin de définition incomplet du porte satellite (49), comprenant la vue de face ainsi que la vue de droite en coupe A-A.

**Travail demandé:**

« *Afin de faciliter la lecture et la clarté des vues, il vous est demandé de ne pas représenter les traits cachés* ».

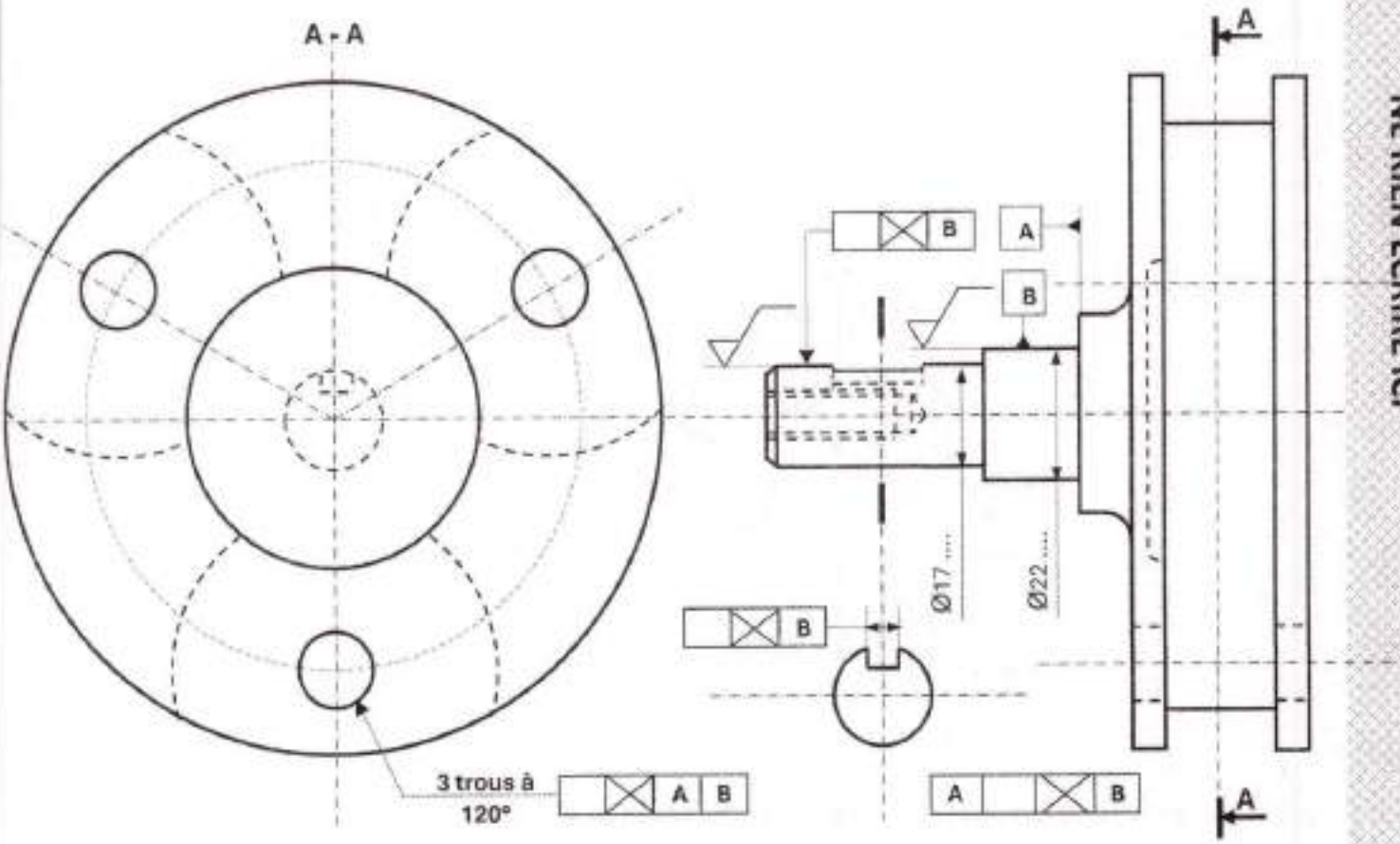
**A.38. Compléter** la vue de face.

**A.39. Compléter** la vue de droite en coupe A-A.

**A.40. Compléter** la section sortie.

**A.41. Compléter** les côtes ajustées sur les surfaces fonctionnelles.

**A.42. Compléter** les conditions géométriques et les états de surfaces imposées sur les principales surfaces fonctionnelles.




NE RIEN ÉCRIRE ICI

NE RIEN ÉCRIRE ICI

## Partie B : Fabrication Mécanique

### ❖ Section B.I: Etude de soudage

**B-1. Compléter** le tableau suivant par vrai ou faux les différentes propositions :

| Propositions | Vrai | Faux |
|---|---|---|
| La soudabilité des aciers diminue lorsque la teneur en carbone augmente. | | |
| Les aciers d'usage générale de type **S** ou de construction mécanique de type **E**, ont une bonne soudabilité. | | |
| Le soudage oxyacétylénique est un procédé de soudage à la flamme reposant sur la combustion d'un mélange d'acétylène $C_2H_2$ et d'hydrogène $H_2$. | | |
| Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée utilise un champ magnétique établi entre l'âme métallique de l'électrode et la pièce à souder. | | |

**B-2. Compléter** le tableau en dénomant les différents éléments constituant le schéma du transfert de métal lors du soudage à électrode enrobée (Figure B.1).

| Répère de l'élément | Dénomination |
|---|---|
| ① | ..... |
| ② | ..... |
| ③ | Bain de fusion |
| ④ | ..... |

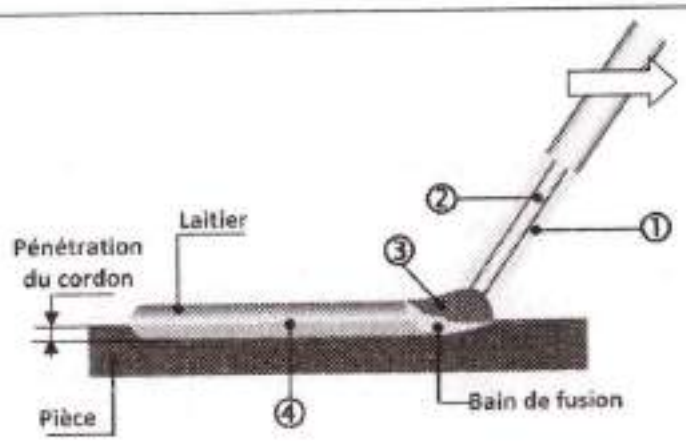



**Figure B.1. Schéma du transfert du métal**

**B-3. Compléter** le tableau suivant :

| Procédé de soudage | Signification | Moyens de protection du cordon de soudure |
|---|---|---|
| **M.I.G** | .....<br>.....<br>..... | .....<br>.....<br>..... |
| **M.A.G** | .....<br>.....<br>..... | .....<br>.....<br>..... |
| **T.I.G** | .....<br>.....<br>..... | .....<br>.....<br>..... |

On suppose que la charge est parallèle au cordon de soudure et que le cordon est sollicité au cisaillement.

Deux soudures d'angle de hauteur **H = 25 mm**, sur chaque nervure sont soumises au cisaillement pur sous l'action de la charge $F_{Maxi}$. (Figure B.2).

La section cisaillée à prendre en compte est la plus petite section longitudinale de chaque cordon, avec une épaisseur **a = 4 mm.**

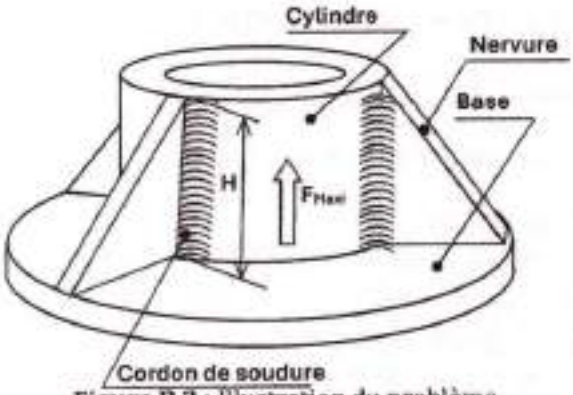


**Figure B.2 :** Illustration du problème.

**B-4.** Si l'on adopte une contrainte limite au cisaillement (Rpg) de 10 daN/mm² pour le métal d'apport, **Calculer** la charge maximale $F_{Maxi}$ que peut supporter l'assemblage ?

.....

.....

.....

## ❖ Section B.II : Etude de moulage de l'embase 6 (Document DT-04)

Le matériau utilisé pour l'obtention de cette pièce est : **EN-GJL-250**. L'obtention du brut est assurée par moulage. Le programme de production prévoit la fabrication par lot de 300 pièces par mois pendant 3 ans.

**B-5. Donner** la signification du matériau utilisé **EN-GJL-250**.

.....

.....

**B-6. Proposer** le procédé de moulage à utiliser. **Justifier** votre réponse en citant les critères de choix de ce type de procédé :

**Procédé** : .....

**Critère de choix** : .....

.....

***On adopte le procédé de moulage manuel en sable pour l'obtention de cette pièce.***

**B-7. Quels sont** les critères de choix du plan de joint? **Citer** 3 critères.

***Critères*** :

.....

.....

.....

.....

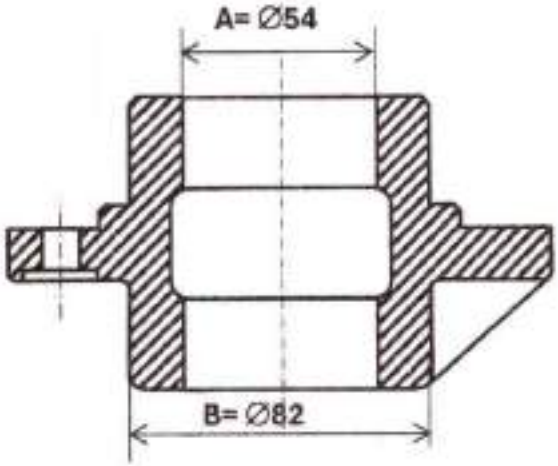
NE RIEN ÉCRIRE ICI

**B-8. Peut-on faire** varier la rugosité des pièces brutes obtenues par le procédé de moulage en sable ? **Si oui comment** ?

.....

.....

**B-9. Proposer** sur le dessin ci-dessous de l'embase (6) un plan de joint que vous jugez le mieux approprié pour le moulage de cette pièce.




**B-10. Ajouter** sur ce même dessin les surépaisseurs d'usinage.

**On donne** le coefficient de retrait pour ce type de matériau égal à **1,5%** et **2 mm** comme surépaisseur d'usinage uniquement sur les surfaces fonctionnelles.

**B-11. Calculer** le diamètre sur le noyau en sable $A_{noyau}$ et le diamètre sur le modèle en bois $B_{Modèle}$.

.....

.....

.....

| $A_{noyau}$ = ..... | $B_{Modèle}$ = ..... |
|---|---|

**B-12. Quels sont** les éléments à prendre en considération pour déterminer la forme et les dimensions du modèle en bois ?

1) .....

2) .....

3) .....

4) .....

**B-13. Représenter**, à main levée, la forme du noyau permettant d'assurer la forme intérieure de la pièce à obtenir sachant que les trous lamés sont entièrement usinés dans la matière.

.....

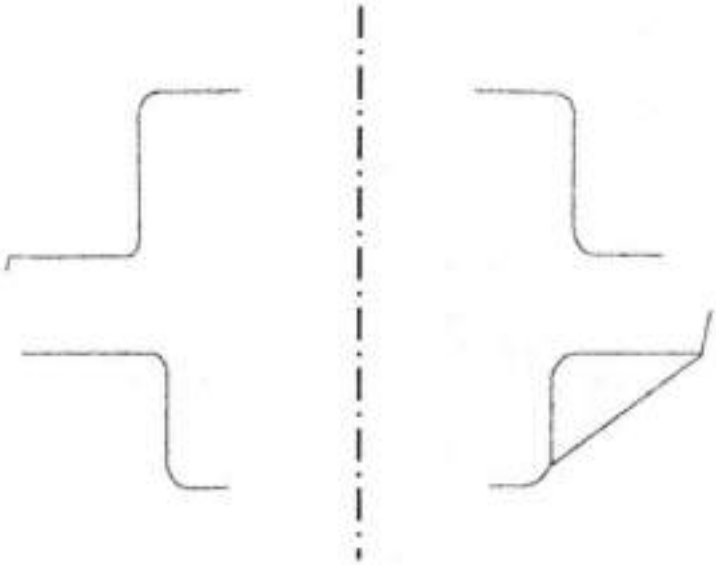
.....

.....

.....

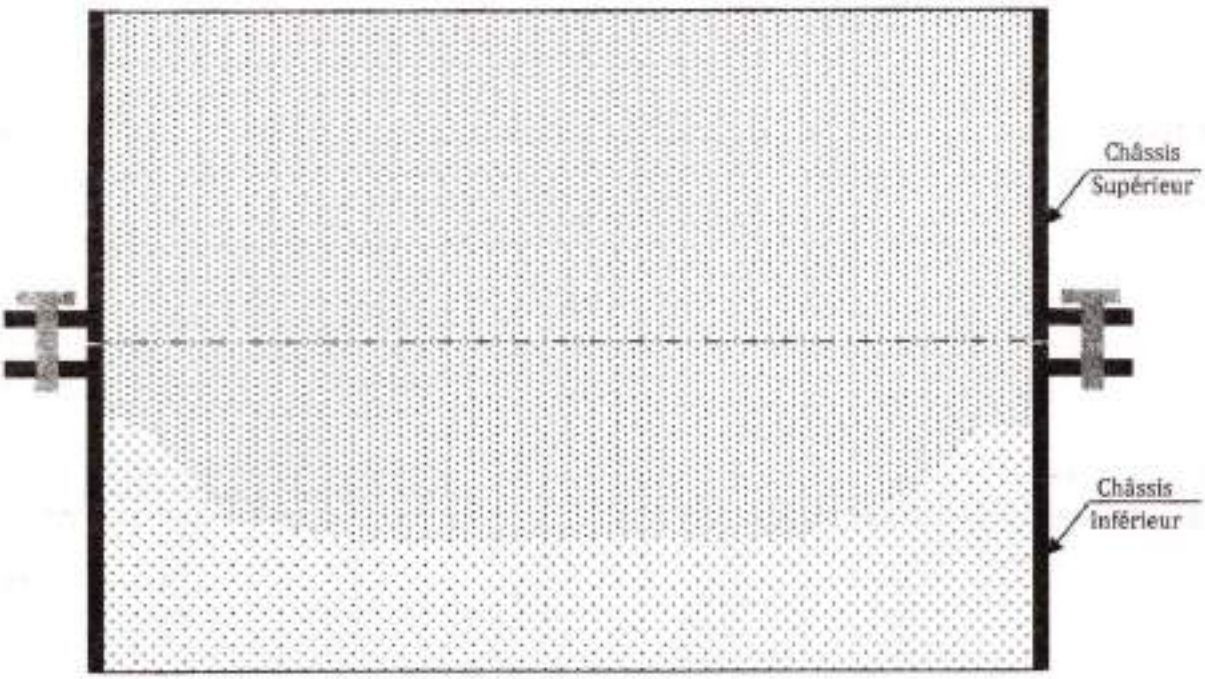
NE RIEN ÉCRIRE ICI

**B-14. Représenter** sur l'esquisse ci-contre, à main levée, la forme du modèle en bois en deux parties permettant d'assurer l'empreinte de la pièce à obtenir.



**B-15. Représenter**, à main levée, le moule prêt à la coulée de l'embase **(6)** en précisant :

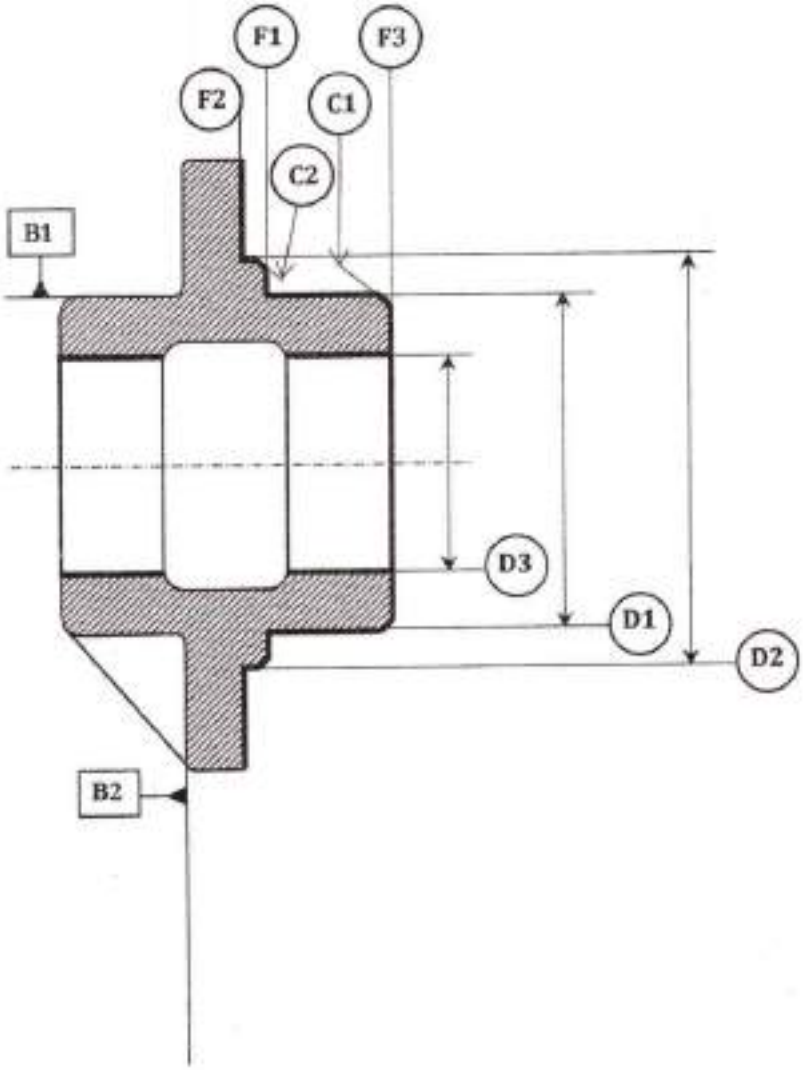
- Le symbole normalisé du plan de joint ;
- Le noyau ;
- Les évents ;
- Les canaux d'attaque ;
- Le canal de coulée;
- Les masselottes.



## ❖ Section B.III : Élaboration partielle de l'Avant-Projet d'Étude de Fabrication (APEF) de l'embase (6)

**Etude partielle de la phase 20** : (Usinage des surfaces : S1 ; S2 ; F3 ; C1 ; C2 ; D3)

**B-16.** A partir des spécifications dimensionnelles et géométriques, indiquées sur le document DT-03 de l'embase (6), **représenter** sur la figure ci-dessous l'isostatisme adéquat pour la phase 20.




**B-17. Préciser** le type de montage utilisé pour cette phase 20.

.....

**B-18. Installer** sur la même figure les côtes de fabrication correspondantes à la phase 20.

**B-19. Déterminer** les différentes côtes de fabrications utiles pour l'usinage des opérations mentionnées dans la phase 20. **Effectuer** des transferts de côtes si nécessaire.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $2.C_{f1}$ | ..... | $C_{f5}$ | ..... |
| $2.C_{f2}$ | ..... | $C_{f6}$ | ..... |
| $2.C_{f3}$ | ..... | $C_{f7}$ | ..... |
| $C_{f4}$ | ..... | $C_{f8}$ | ..... |

**Calcul des côtes** :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**B-20. Donner** la liste des opérations d'usinage dans l'ordre chronologique prévues pour la phase 20.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Opération 1** | ..... | **Opération 4** | Chariotage de D2 et dressage de F2 |
| **Opération 2** | Alésage de D3 | **Opération 5** | ..... |
| **Opération 3** | ..... | **Opération 6** | ..... |

**B-21. Identifier** les outils d'usinage nécessaires à la réalisation des opérations de la phase 20.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Outil 1** | ..... | **Outil 4** | ..... |
| **Outil 2** | Outil à aléser | **Outil 5** | Outil à chanfreiner à 45° |
| **Outil 3** | ..... | **Outil 6** | ..... |

**B-22. Indiquer** les instruments de mesure et de contrôle utilisés pour vérifier la conformité des côtes réalisées.

.....

.....

.....

## ❖ Section B-IV : Etude de la coupe

Sachant que la profondeur de la passe d'ébauche ($a_p$= **3 mm**) ; l'avance par tour (**f =0,5 mm/tr**) et la vitesse de coupe (**Vc = 145 m/min**).

**B.23. Calculer** la vitesse d'avance ($V_f$) en mm/min.

.....

.....

.....

$V_f$ = ..... (mm/min)

**B.24.** On notera par (**L**) la longueur à usiner. **Exprimer** le temps de coupe ($t_c$) utile à l'ébauche de la surface **(D3)** en fonction de **L**, ***f***, **Vc**, et **D**.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$t_c$ = ..... (mn)

**B.25. Calculer** le temps de coupe nécessaire pour ébaucher 300 pièces : $(t_c)_{300}$.

.....

.....

.....

$t_{c300}$ = ..... (mn)

Pour les conditions de l'ébauche du diamètre **(D3)**, la relation de Taylor qui exprime la durée de vie de l'outil (temps d'utilisation de l'outil) est donnée par l'expression :

$$T = 2{,}02 \,.\, 10^8 . V_C^{-3.4}$$

**B.26. Calculer** la durée de vie de l'outil $T_{145}$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$T_{145}$ = ..... mn

NE RIEN ÉCRIRE ICI

**B.27.** Sachant que l'outil (**T01**) est muni d'une pastille à trois arrêtes (Voir Figure 2 de la page 8/10 Document données et hypothèses), **quel est** le nombre d'outils ($n_{outil}$) à utiliser pour effectuer l'ébauche de la surface **(D3)** de 300 pièces ?

.....

.....

.....

$n_{outil}$ = .....

**B.28. Déterminer** la vitesse maximale $V_{CMaxi}$ qu'on pourra utiliser tout en consommant la puissance maximale que peut fournir la machine.

*On donne* :

- la puissance du moteur de la machine : **Pm** = 12 kW
- le rendement de la machine : $\eta = 0,6$
- la pression spécifique de coupe : **Kc**= 2450 N/mm².

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$V_{CMaxi}$ = .....

NE RIEN ÉCRIRE ICI

## ❖ Section B-V : Commande numérique :

**B.29. Compléter** le tableau des coordonnées des points programmés en mode absolu en se référant au dessin d'ensemble et aux données du graphe présentées sur la page **9/10** (dossier données et hypothèses).

| Points | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | $O_{outil}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 60 | ..... | ..... | -30 | ..... | ..... | -30 | ..... | ..... | 300 |
| Y | 0 | ..... | ..... | 52 | ..... | ..... | -52 | ..... | ..... | 300 |
| Z | 82 | ..... | ..... | 82 | ..... | ..... | 82 | ..... | ..... | 200 |

**B.30. Compléter** le programme d'usinage du profil fini et les commentaires associés aux différentes surfaces usinées avec uniquement l'outil de coupe T002.

On donne : **f** = 0,1 mm/tr ; **Vc** = 25 m/mn.

| **%2026** | | |
|---|---|---|
| **N10** | G40 G80 G90 M09 M05 | |
| **N20** | G52 X0 Y0 Z0 | Programmation absolue origine mesure |
| **N30** | M06 | Appel d'outil **T002** Correcteur **D002** |
| **N40** | G96 S25 M08 | ..... |
| **N50** | G94 F0.1 | ..... |
| **N60** | G00 X60 Y0 Z82 | Point **0**, interpolation linéaire en rapide |
| **N70** | ..... | Point **1**, interpolation linéaire en rapide |
| **N80** | ..... | Point **2**, interpolation linéaire en avance programmé |
| **N90** | G00 X60 Y0 Z82 | Point **0**, interpolation linéaire en rapide |
| **N100** | G00 X-30 Y52 Z82 | Point **3**, |
| **N110** | ..... | Point **4**, |
| **N120** | ..... | Point **5**, |
| **N130** | G00 X-30 Y-52 Z82 | Point **6**, |
| **N140** | ..... | Point **7**, |
| **N150** | ..... | Point **8**, |
| **N160** | G00 X-30 Y-52 Z82 | Point **6**, interpolation linéaire en rapide |
| **N170** | G00 X300 Y300 Z200 | Point Ooutil, interpolation linéaire en rapide programmé |
| **N180** | M02 | Fin de programme du cycle de perçage |

NE RIEN ÉCRIRE ICI

République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Concours Nationaux d'Entrée aux
Cycles de Formation d'Ingénieurs
Session 2026

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي
المناظرات الوطنية للدخول إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2026

## Concours de Technologie

# Épreuve de Conception & Fabrication Mécanique

**Date :** Mardi 09 Juin 2026 **Heure :** 08H 00 **Durée :** 4 Heures

**L'épreuve comporte deux parties :**

A- **Conception mécanique**

B- **Fabrication mécanique**

Le sujet de l'épreuve remis au candidat comporte trois dossiers :

1- **Mise en situation, Données et Hypothèses**
2- **Documents Techniques (DT-01 à DT-04)**
3- **Document Réponses**

## Recommandations aux candidats

- Aucun autre document n'est autorisé.
- Seules les calculatrices de poche **non programmables** sont autorisées.
- Il n'est fourni au candidat qu'une <u>seule et unique</u> copie du «Dossier document réponses » qui doit être rendu en totalité, à la fin de l'épreuve, même sans réponses.
- Le document réponses doit être rendu en intégralité (**aucune feuille ne doit être supprimée**).
- Toute suppression de feuilles du document réponses est considérée comme tentative de fraude.

# Dossier
# Mise en situation, Données et Hypothèses

Ce dossier comporte **10** pages, numérotées de **1** à **10**

et **4** documents techniques **DT-01 à DT- 04.**

# ÉTUDE D'UN SYSTEME DE BASCULEMENT DE CAISSE

## 1- Mise en Situation

Le **basculeur de caisse** est un équipement industriel destiné au déchargement sécurisé et automatisé de produits contenus dans des caisses de grande masse, difficiles à manipuler manuellement. Il est équipé d'une plate-forme spécifique permettant le chargement des caisses à l'aide d'un chariot élévateur.

La caisse est positionnée sur le berceau de basculement et maintenue par une barre de retenue réglable en hauteur, ce qui permet d'adapter le dispositif à différents formats de caisses. Ces dernières une fois correctement immobilisées, la structure pivote pour déverser intégralement son contenu dans l'équipement récepteur, puis revient automatiquement en position initiale de repos.

Ce système limite les interventions humaines, améliore la sécurité des opérateurs et garantit un déchargement efficace dans un cadre industriel.

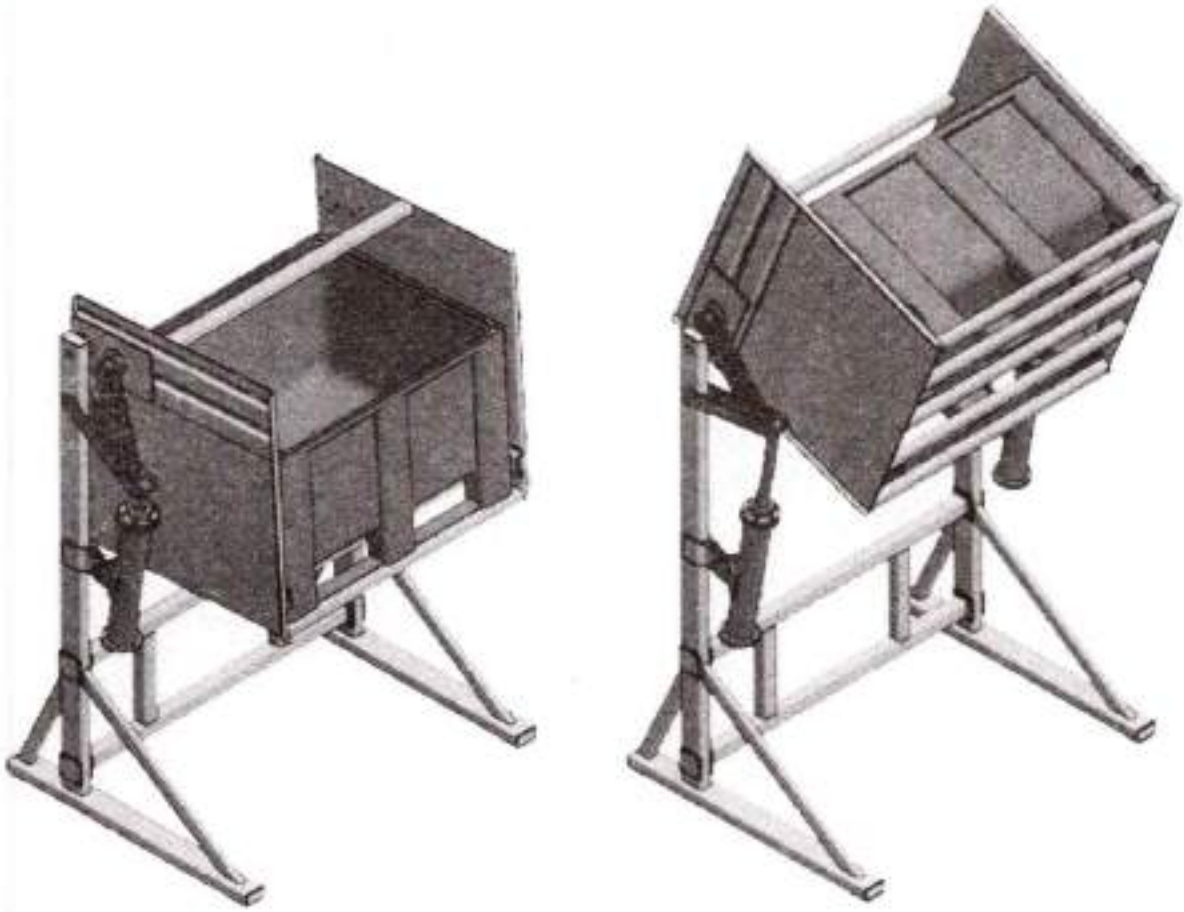


**Figure 1.** Vue globale du basculeur de caisse.

## 2- Principe de fonctionnement

Le document (**DT-01**) représente le dessin d'ensemble du **vérin électrique** du basculeur de caisse. L'action sur un bouton poussoir provoque simultanément la mise en marche du motoréducteur et l'activation de l'électroaimant (40). Ce dernier comprime les ressorts (41), ce qui libère le disque de frein (35). Ainsi la rotation du motoréducteur entraîne le pignon planétaire (50) par l'intermédiaire d'un accouplement rigide non représenté. Celui-ci transmet le mouvement et la puissance à l'arbre (28) au moyen d'un train épicycloïdal (49, 50, 57, 58), puis d'un engrenage conique à dentures droites (23, 44). Enfin, par l'intermédiaire d'un système Vis-écrou (8, 11), cette rotation est transformée en translation de la tige du vérin (2).

Le vérin comporte :

- Un motoréducteur électrique ;
- Un train épicycloïdal (49, 50, 57 et 58) ;
- Un réducteur à engrenage conique (23, 44) ;
- Un frein à disques (31, 35, 39, 40 et 41) ;
- Un système Vis-écrou (8, 11) ;

**L'épreuve comporte deux parties :**

A. **Conception Mécanique** dont l'objectif est de :
   1. Analyser les solutions technologiques adoptées pour ce système ;
   2. Étudier la transmission par engrenages ;
   3. Étudier le mécanisme de transformation de mouvement vis-écrou ;
   4. Dimensionner les différents systèmes en termes de puissance ;
   5. Étudier le frein à disques ;
   6. Étudier l'hyperstaticité du basculeur.

B. **Fabrication Mécanique** dont l'objectif est :
   1. L'étude de soudage,
   2. L'étude de moulage
   3. L'élaboration partielle de l'Avant-Projet d'Étude de Fabrication (APEF) de l'embase (6).
   4. L'étude des conditions de coupe,
   5. La commande numérique.

## 2-Données et Hypothèses

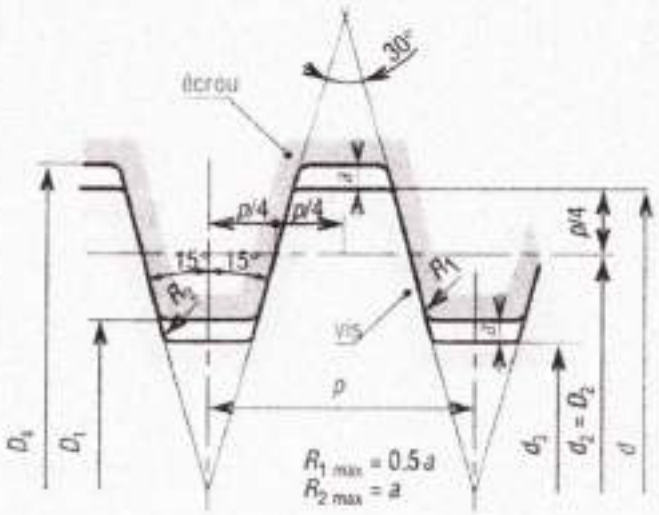
### Partie A : Conception Mécanique

Les données nécessaires pour répondre aux différentes questions sont reportées dans les tableaux et les figures ci-après.

**Tableau 1 : Données du basculeur de caisse.**

| | |
|---|---|
| **Caractéristiques du Vérin** | • Nombre de vérin $n_v = 2$<br>• Charge maximale soulevée par le vérin $F_{Max} = 10\ 000N$<br>• Course C= 650 mm<br>• Temps de sortie Tv = 2.5 min |
| **Motoréducteur électrique** | • Puissance $\mathbf{P_m} = 0.25$ Kw<br>• Fréquence de rotation $\mathbf{N_m} = 300$ tr/min |
| **Train épicycloïdal (49, 50, 57 et 58)** | • Rendement global : $\eta_{49/50} = 0.9$<br>• Roues dentées de module : m = 2.5 mm<br>• Nombre de satellites : $n_s = 3$<br>• Nombre de dents : $Z_{50}$= 12 dents, $Z_{57}$= 18 dents et $Z_{58}$= 48 dents |
| **Engrenage conique (23, 44)** | • Module : m =3 mm<br>• Rendement : $\eta_{(23,44)} = 0.94$<br>• Nombre de dents : $Z_{23}$= 36 dents et $Z_{44}$= 18 dents |
| **Frein à disques (31, 35, 39, 40 et 41)** | • Rayon intérieur des garnitures : $r_{35} = 32$ mm<br>• Rayon extérieur des garnitures : $R_{35} = 50$ mm<br>• Coefficient de frottement entre le disque et la garniture : f = 0.3<br>• Nombre de ressort (41) : $n_{41}$= 3<br>• Rendement du frein : $\eta_{Frein} = 0.98$<br>• Pression admissible des garnitures du frein : $P_{adm}$= 1MPa |
| **Système Vis-Ecrou (8, 11)** | • Caractéristiques de la vis (8) : $d_8$ = 24 mm, $P_{hélicoïdal}$ =10 mm et nombre de filets $n_f$ = 2<br>• Caractéristiques de l'écrou (11) : $D_{11}$ = 24 mm, $P_{hélicoïdal}$ =10 mm et nombre de filets $n_f$ = 2<br>• Coefficient de frottement vis /écrou : tgφ = f = 0.1<br>• Filet de type trapézoïdal<br>• Demi angle au sommet : β = 15°<br>• Limite d'élasticité : Re = 350MPa<br>• Pression admissible : $P_{adm}$ = 15MPa |

**Tableau 2 : Données pour le calcul du système Vis-écrou**




| Profil trapézoidal : principales dimensions | |
|---|---|
| $d_2 = D_2 = d - 0.5p$ | $D_4 = d + 2a$ |
| $d_3 = d - p - 2a$ | $D_1 = d - p$ |
| $d$ = diamètre nominal | $p$ = pas du profil |
| $p_h$ = pas axial ou hélicoïdal (avance par tour) | |

| d mm | p mm | a mm | d mm | p mm | a mm |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 1.5 | 0,15 | 32 | 6 | 0.5 |
| 10 | 2 | 0,25 | 40 | 7 | 0.5 |
| 12 | 3 | 0,25 | 48 | 8 | 0.5 |
| 16 | 4 | 0,25 | 60 | 9 | 0.5 |
| 20 | 4 | 0,25 | 80 | 10 | 0.5 |
| 24 | 5 | 0,25 | 100 | 12 | 0.5 |
| 28 | 5 | 0,25 | 120 | 14 | 0.5 |

| tolérances | écrou | | vis | |
|---|---|---|---|---|
| | normal N | long L | normal N | long L |
| qualité moyenne | 7H | 8H | 7e | 8e |
| qualité grossière | 8H | 9H | 8c | 9c |

Tolérances NF ISO 2903.

## Formules Utiles

***Angle d'hélice (i)***

$$tg(i) = \frac{P_{hélicoïdal}}{\pi d_2}$$

***Condition de réversibilité***

$$i > \varphi' \quad avec \quad tg(\varphi') = \frac{tg(\varphi)}{\cos(\beta)} = \frac{f}{\cos(\beta)}$$

***Cas de la charge résistante***

$$\eta = \frac{tg(i)}{tg(i+\varphi')} \times 100$$

$$C_m = F_a . R . tg(i+\varphi')$$

***Cas de la charge motrice***

$$\eta = \frac{tg(i-\varphi')}{tg(i)} \times 100$$

$$C_m = F_a . R . tg(i-\varphi')$$

***Condition de résistance au matage***

$$P = \frac{4F}{\pi(d^2 - D_1^2).n_p} < P_{adm}$$

Avec $n_p$ représente le nombre de filet en prise

***Condition de résistance au cisaillement***

$$\tau_{Max} = \frac{F_{Max}}{\pi . d_3 . H} < R_{pg} \quad avec \quad (R_{pg} = Re/5) \quad et \quad H = n_p . P_{hélicoïdal}$$

**Partie B : Fabrication Mécanique**

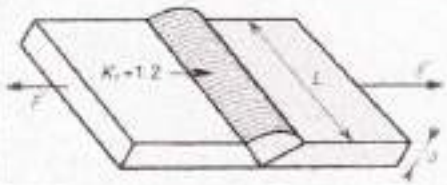
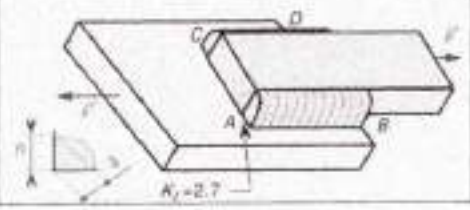
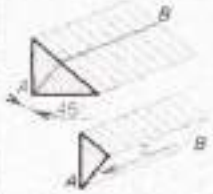
Cette partie est composée de **cinq sections** désignées successivement par :

1. Étude de soudage
2. Etude de moulage
3. Élaboration partielle de l'Avant-Projet d'Étude de Fabrication de l'embase (6).
4. Etude des conditions de coupe,
5. Commande numérique.

**Section B.1. Étude de soudage**

L'embase (6) est assemblée en deux parties centrées et renforcées par des nervures rapportées en mécano soudure. Cette étude vise à valider cette technique d'obtention d'une série limitée de pièces finies. Le tableau 3 illustre les formules de calcul des cordons de soudure sollicités à la traction et au cisaillement.

**Tableau 3.** Formules utiles pour le calcul des cordons de soudures.

| Cas | Exemples | Contraintes | |
|---|---|---|---|
| | | Représentation | Formules |
| traction |   |  | $\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F}{aL}$ |
| cisaillement |   |   | $\tau = \frac{F}{S} = \frac{F}{aL}$<br>$= \frac{F}{0.707.h.L}$<br>$L = AB + CD$ |

**Section B.2. Étude de moulage**

Suite à la cadence de production, le bureau de méthodes a adopté l'obtention de l'embase (6) par un procédé de moulage au lieu de la mécano-soudure. Le document technique DT-03 représente le dessin de définition de l'embase (6) par la vue de face et la vue de droite en coupe A-A.

**Section B.3. Élaboration partielle de l'Avant-Projet d'Étude de Fabrication (APEF) de l'embase (6)**

L'embase (6) sera obtenue à l'aide de deux procédés d'usinage (Tournage et Fraisage). Les différentes surfaces repérées par des lettres (**F** : Face ; **D** : Diamètre, **Tr** : Taraudage ; **T** : Trou ; **L** : Lamage ; **C** : Chanfrein) sont à usiner alors que les surfaces brutes sont notées par les lettres B1 et B2.

D'après une étude préliminaire on a regroupé quelques surfaces se réalisant en même temps et par le même outil comme mentionnées sur le Tableau 4 :

**Tableau 4.** Regroupement de surfaces.

| Repère | Surfaces |
|---|---|
| S1 | D1-F1 |
| S2 | D2-F2 |
| S3 | F4-L1 |

Cette étude, et selon les contraintes dimensionnelles et géométriques imposées par le bureau d'études, a abouti à la conclusion suivante : une phase de contrôle de brut suivi de l'usinage de différentes surfaces qui se fait en trois phases (une phase de tournage et deux phases de fraisage) comme reporté sur le Tableau 5.

**Tableau 5.** Différentes phases d'usinage.

| Phases | Opérations |
|---|---|
| Phase 10 | Contrôle du brut |
| Phase 20 | S1 ; S2 ; F3 ; C1 ; C2 ; D3 |
| Phase 30 | S3 ; T1 |
| Phase 40 | Tr1 |

## Section B.4. Etude de la coupe

On se propose dans cette partie d'étudier les paramètres de coupe. Pour usiner la surface (**D3**) avec un diamètre **54 H7** en tournage, on effectue les opérations suivantes :

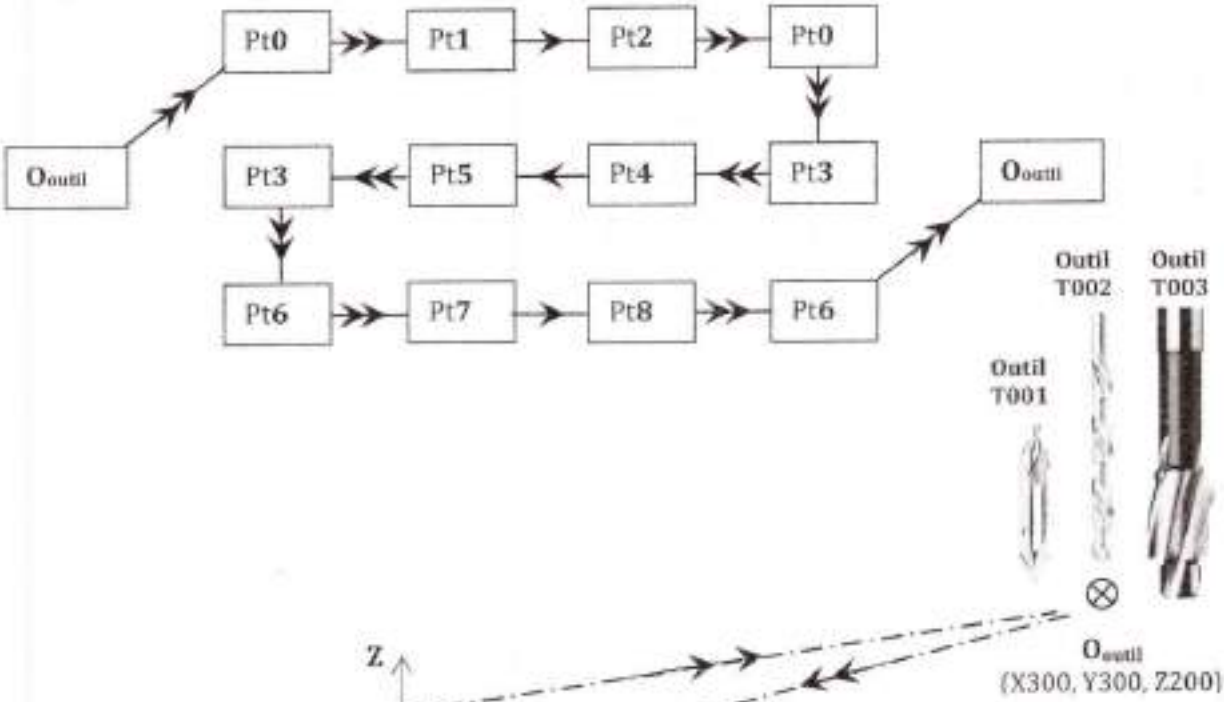
- Chariotage en ébauche : outil **T01** ;
- Chariotage en finition : outil **T02**.

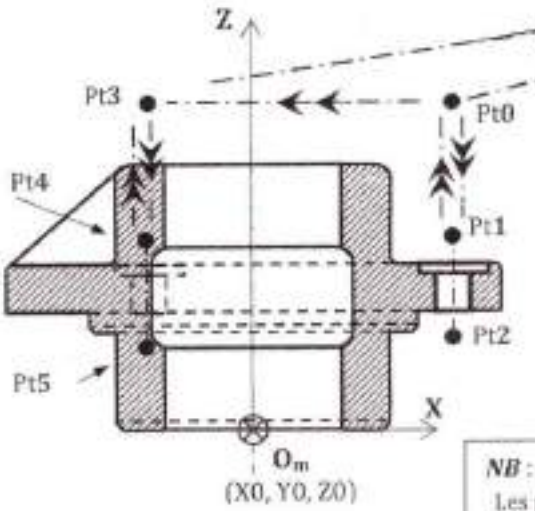
Dans tous ce qui suit, on s'intéressera à l'usinage de la surface (**D3**) en ébauche. L'ébauche se fait avec un outil à aléser en carbure métallique (Figure 2).

**Figure 2.** Outil à aléser en carbure métallique.

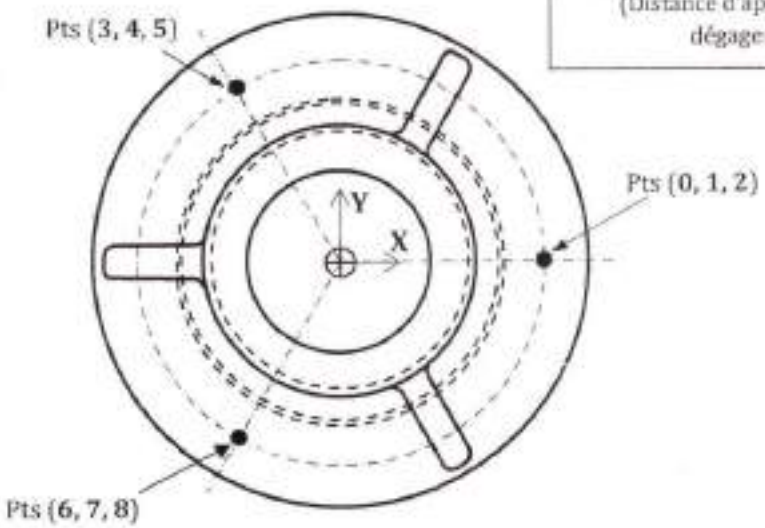
## Section B.5. Commande numérique

On réservera cette partie à l'usinage de trois trous lamés (T1 ; S3) sur une fraiseuse à commande numérique. Le cycle de perçage relatif à l'emploi de l'outil T002 est représenté sur le diagramme et le graphe suivants :




***NB*** :
Les points **(1, 2, 4, 5, 7, 8)** sont décalés par rapport aux surfaces de la pièce de **2 mm.**
(Distance d'approche = distance de dégagement = 2 mm)

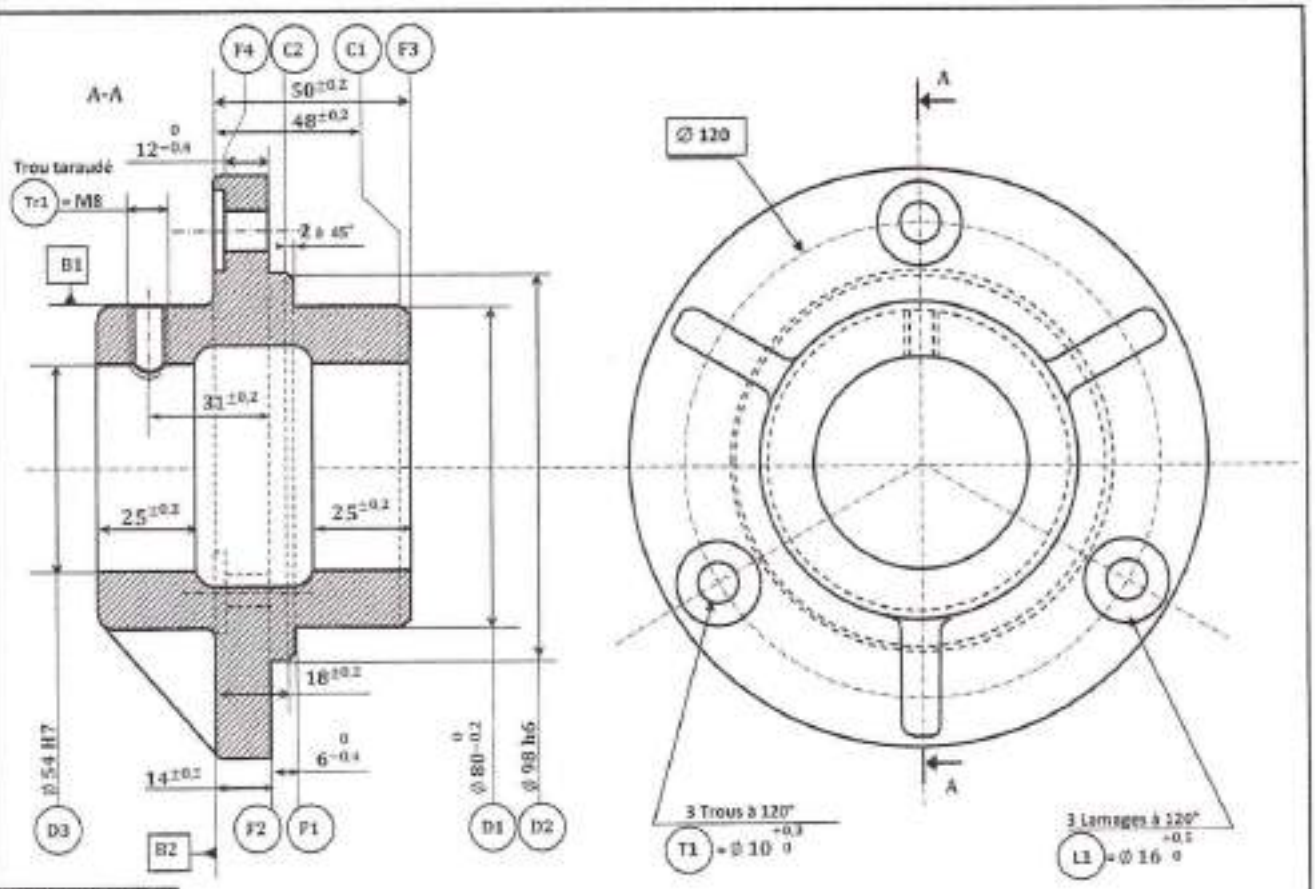


Les fonctions préparatoires utilisées pour la programmation du code G sont reportées sur le Tableau 6.

**Tableau 6**. Fonctions préparatoires.

| Fonctions G | |
|---|---|
| G00 | Interpolation linéaire en rapide |
| G01 | Interpolation linéaire en avance programmée |
| G02 | Interpolation circulaire sens horaire |
| G03 | Interpolation circulaire sens trigonométrique |
| G40 | Annulation de la correction d'outil |
| G41 | Correction du rayon d'outil à gauche du profil |
| G42 | Correction du rayon d'outil à droite |
| G52 | Programmation absolue (origine mesure) |
| G71 | Programmation en métrique |
| G77 | Appel inconditionnel de blocs |
| G80 | Annulation de cycle d'usinage |
| G90 | Programmation absolue des coordonnées |
| G92 | Limitation de la vitesse de broche |
| G94 | Vitesse d'avance en mm/min |
| G96 | Vitesse de coupe en m/min |
| G97 | Vitesse de rotation broche en tr/min |

| Fonctions M | |
|---|---|
| M02 | Fin de programme |
| M03 | Rotation de broche sens horaire |
| M04 | Rotation de broche sens trigonométrique |
| M05 | Arrêt broche |
| M06 | Changement d'outil |
| M08 | Arrosage N°1 |
| M09 | Arrêt d'arrosage |
| M42 | Gamme de vitesse de broche |

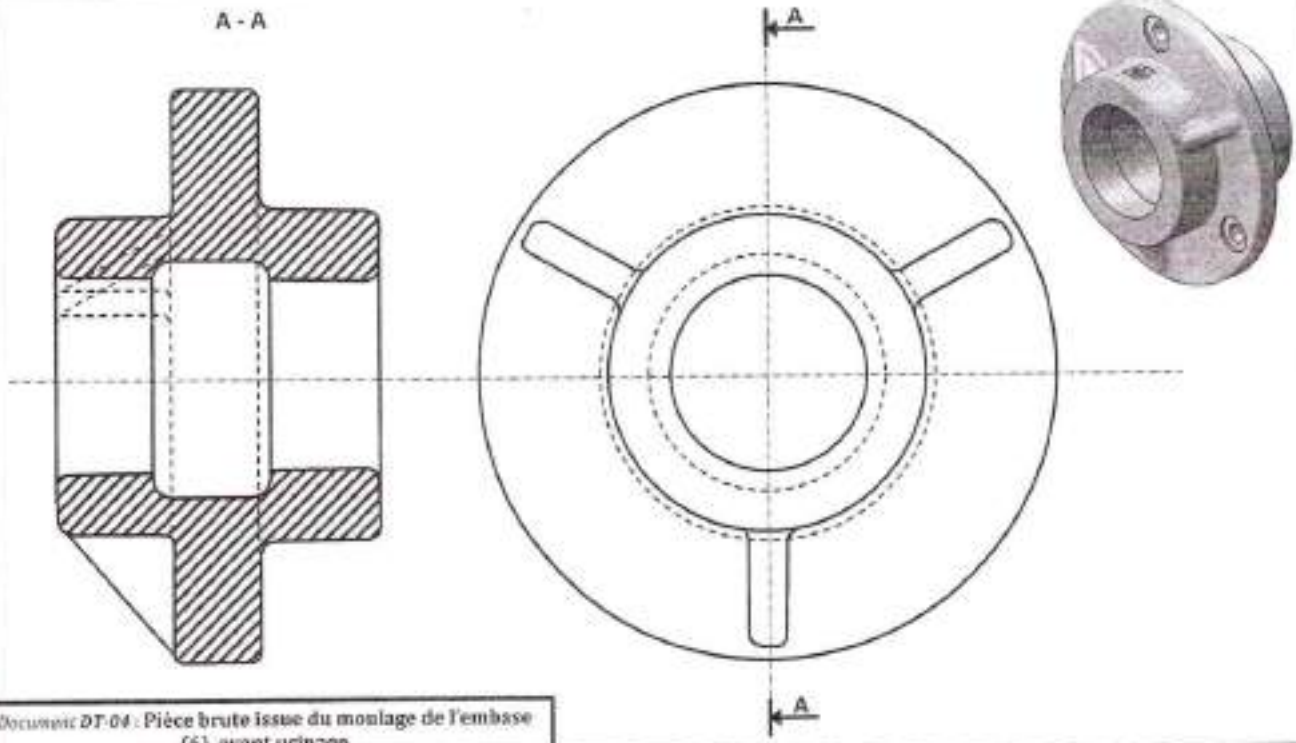



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L1 | ◎ | Ø 0.5 | T1 | |
| D1 | ◎ | Ø 1 | B1 | |
| D3 | ◎ | Ø0.05 | D2 | |
| F2 | ↗ | Ø 0.1 | D2 | |
| Tr1 | ⌖ | Ø 0.1 | D2 | |
| T1 | ⌖ | Ø 0.1 | F2 | D2 |

$Ø54H7 = Ø\,54^{+0.03}_{0}$

$Ø98h6 = Ø\,98^{0}_{-0.022}$

*Document DT-03* : **Dessin de définition de l'embase (6) finie après usinage**




*Document DT-04* : **Pièce brute issue du moulage de l'embase (6), avant usinage**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 45 | 1 | Clavette parallèle | | |
| 44 | 1 | Pignon conique | 35 Cu Mo 4 | $Z_{44}$= 18 dents |
| 43 | 1 | Rondelle plate | | |
| 42 | 1 | Vis H | | |
| 41 | 3 | Ressort | 51CrV4 | |
| 40 | 1 | Electro-aimant | | |
| 39 | 1 | Pièce d'usure | EN-GJL-250 | |
| 38 | 1 | Vis H | | |
| 37 | 1 | Rondelle plate | | |
| 36 | 1 | Clavette parallèle | | |
| 35 | 1 | Disque de frein | | |
| 34 | 1 | Cage | S 235 JR | Tôle |
| 33 | 3 | Vis CHC | | |
| 32 | 1 | Cloche | EN-GJL-250 | Moulé |
| 31 | 1 | Plateau | EN-GJL-250 | Moulé |
| 30 | 1 | Couvercle | EN-GJL-250 | Moulé |
| 29 | 1 | Joint plat | | |
| 28 | 1 | Arbre | C35 | |
| 27 | 1 | Carter | EN AW- 1050A | |
| 26 | 1 | Cales clinquants | | |
| 25 | 1 | Joint plat | | |
| 24 | 1 | Bouchon | | |
| 23 | 1 | Roue dentée conique | 35 Cu Mo 4 | $Z_{23}$= 36 dents |
| 22 | 1 | Clavette parallèle | | |
| 21 | 2 | Roulement à billes type BC | | |
| 20 | 2 | Anneau élastique | | |
| 19 | 2 | Joint à lèvres | | |
| 18 | 6 | plot | Caoutchouc | |
| 17 | 2 | Plateau | S 235 | |
| 16 | 6 | Tige | | |
| 15 | 2 | Anneau élastique | | |
| 14 | 2 | Clavette parallèle | | |
| 13 | 1 | Ecrou spécial | S 235 | |
| 12 | 1 | Cage | | |
| 11 | 1 | Ecrou Spécial, nombre de filet $n_f$=2 | Cu Sn 8 (CW453K) | $P_{hélicoïdal}$ =10 |
| 10 | 2 | Galet | Cu Sn 8 (CW453K) | |
| 9 | 2 | Vis spéciale | | |
| 8 | 1 | Vis spéciale, nombre de filet $n_f$=2 | 35 Cr Mo 4 | $P_{hélicoïdal}$ =10 |
| 7 | 1 | Corps | S 235 | |
| 6 | 1 | Embase | S 235 | |
| 5 | 3 | Rondelle frein | | |
| 4 | 3 | Vis H | | |
| 3 | 1 | Coussinet | Cu Sn 8 (CW453K) | |
| 2 | 1 | Tige | 35 Cr Mo 4 | |
| 1 | 1 | Embout | S 235 | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matériaux** | **Observations** |

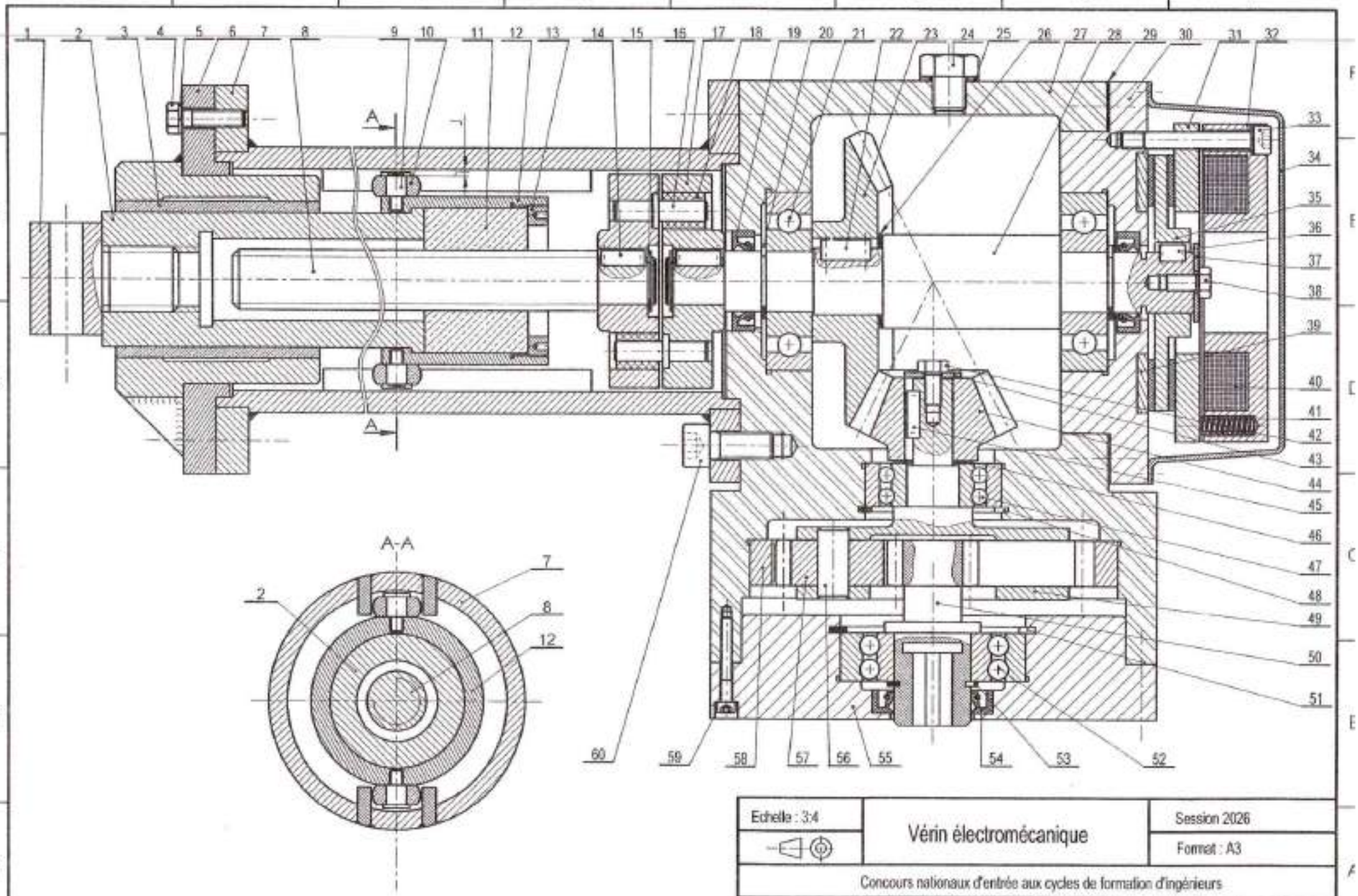
**Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Mécanisme de basculement de caisse** | **Session 2026** | **DT -02** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 60 | 6 | Vis CHC | | |
| 59 | 6 | Vis CHC | | |
| 58 | 1 | Couronne | 35 Cu Mo 4 | $Z_{58}$= 48 dents |
| 57 | 3 | Satellite | 35 Cu Mo 4 | $Z_{57}$= 18 dents |
| 56 | 3 | Axe | 35 Cu Mo 4 | |
| 55 | 1 | Couvercle | EN-GJL-250 | |
| 54 | 1 | Joint à lèvres | | |
| 53 | 1 | Anneau élastique | | |
| 52 | 1 | Roulement à double rangée de billes | | |
| 51 | 1 | Anneau élastique | | |
| 50 | 1 | Pignon planétaire | 35 Cu Mo 4 | $Z_{50}$= 12 dents |
| 49 | 1 | Porte satellites | EN-GJL-250 | Moulé |
| 48 | 1 | Anneau élastique | | |
| 47 | 1 | Roulement à double rangée de billes | | |
| 46 | 1 | Cales clinquants | | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matériaux** | **Observations** |

**Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Mécanisme de basculement de caisse** | **Session 2026** | **DT -02** |




| | | |
|---|---|---|
| Echelle : 3:4 | Vérin électromécanique | Session 2026 |
| | | Format : A3 |
| Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs | | |
| Concours Techno- Epreuve C.F.M | Système de basculement de caisse | DT- 01 |