Royaume du Maroc
Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle
Centre National de l'Évaluation, des Examens et de l'Orientation

Examen National du Brevet de Technicien Supérieur
Session de Mai 2017
- Sujet -



| | |
|---|---|
| Filière: | Conception du Produit Industriel |
| Épreuve de: | Modélisation et comportement des systèmes industriels; Analyse et spécifications du produit industriel |

| | |
|---|---|
| Durée : | 6h |
| Coefficient : | 50 |

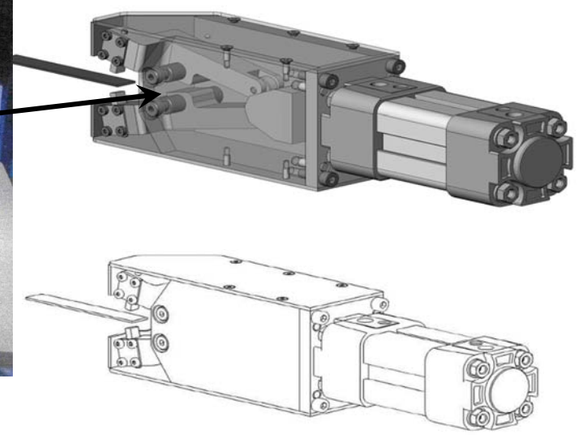
# - PRESENTATION DU PRODUIT

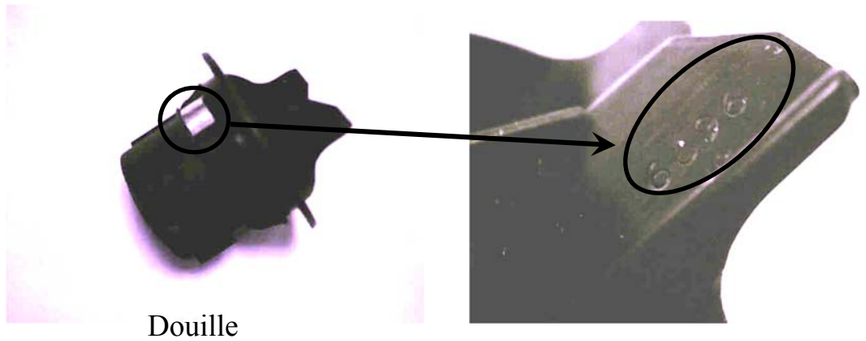
## A1 - Origine

Les unités de marquage ont été conçues à la demande de l'industrie automobile pour répondre au mieux aux problèmes de « Traçabilité » des douilles d'ampoule des phares de certaines voitures. Elles permettent de marquer un numéro à 4 caractères, qui définit une série de fabrication. (Hauteur du caractère : 4 mm pour une profondeur de marquage de 0,2 mm)

Unité de marquage

Tête de marquage





Douille

Marquage

L'unité de marquage est constituée de 2 éléments : un vérin pneumatique et une tête de marquage. L'unité pneumatique peut être modifiée suivant les besoins.

## A2 – Fonctionnement (voir DT1, DT2 et DT3)

Le vérin pneumatique actionne par l'intermédiaire de la came (**repère 14**) la fermeture des bras (**repères 8 et 9**). L'enclume (**repère 17)** et le poinçon (**repère 19)** viennent marquer la douille de lampe par écrasement de la matière plastique, assurant ainsi l'impression en creux des numéros.

Lorsque celle-ci est effectuée, un capteur inductif donne l'ordre à la tige de vérin de rentrer et le ressort de rappel (**repère 25**) ramène les bras en position initiale.

## A3 – Caractéristiques

- **Energétiques :**
  - **Vérin pneumatique :**
    - **Ø du piston: 40 mm**
    - **Course du vérin : 14 mm**
    - **Pression dans le vérin : 0.6 MPa**
    - **Vitesse du piston : 50 mm/s en sortie de tige**
- **Opérationnelles :**
  - **Fréquence : 2400 marquages/jour (soit 1 coup toutes les 36 s)**
  - **Durée de vie : 6 millions de manœuvres**
  - **Angle d'ouverture maxi : 10°**

## A4 – Frontière de l'étude

L'étude portera uniquement sur l'unité de marquage, hors du système de fixation de l'ensemble.

## A5 – Nécessité de l'étude

Une première conception du mécanisme utilisait des rouleaux pour les liaisons entre les bras et la came. Une usure trop rapide des axes de ces rouleaux a conduit le bureau d'étude à les remplacer par des roulements à billes (**repère 20**).

Le profil de la came et les diamètres des roulements ont une incidence sur la vitesse d'accostage et l'effort des bras sur la douille à marquer.

Il est donc nécessaire de vérifier la valeur de ces deux paramètres, afin de préserver la douille lors du marquage.

On souhaite également vérifier la résistance de l'axe des galets, fortement sollicité, pour valider cette modification.

## 1- Analyse fonctionnelle et structurelle d'une unité de poinçonnage

**Objectif :** Définir les sous-ensembles cinématiques et leurs mouvements

**On donne :**

- Le dessin d'ensemble de l'unité de poinçonnage (DT1)
- La nomenclature et les vues isométriques (DT2 et DT3)
- Le schéma cinématique ci-dessous.

### Question 1-1 :

**On demande de compléter les classes d'équivalence cinématique suivantes (on ne prendra pas en compte les ressorts et les billes)** :

Le Bâti : SE1 = {1, 2, ..... }

La mâchoire supérieure : SE2 = {8, $20_{(b.i.sup)}$, ..... }

La mâchoire inférieure : SE3 = {9, $20_{(b.i.\ inf)}$ ..... }

La came et le piston : SE4 = {14,..... }

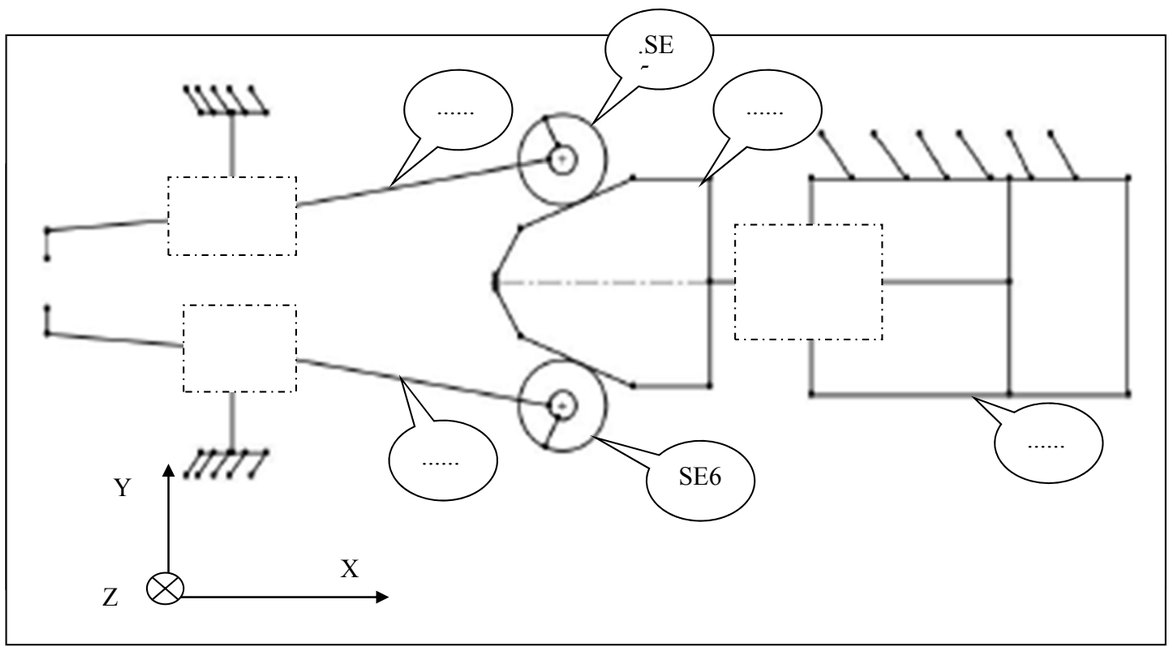
La bague extérieure du roulement supérieur : SE5 = {20 (b.e. sup)}

La bague extérieure du roulement inférieur : SE6 = {20 (b.e. inf)}

(b.i.sup) : bague intérieure mâchoire supérieure.
(b.i.inf) : bague intérieure mâchoire inferieure
(b.e.sup) : bague extérieure mâchoire supérieure.
(b.e.inf) : bague extérieure mâchoire inferieure

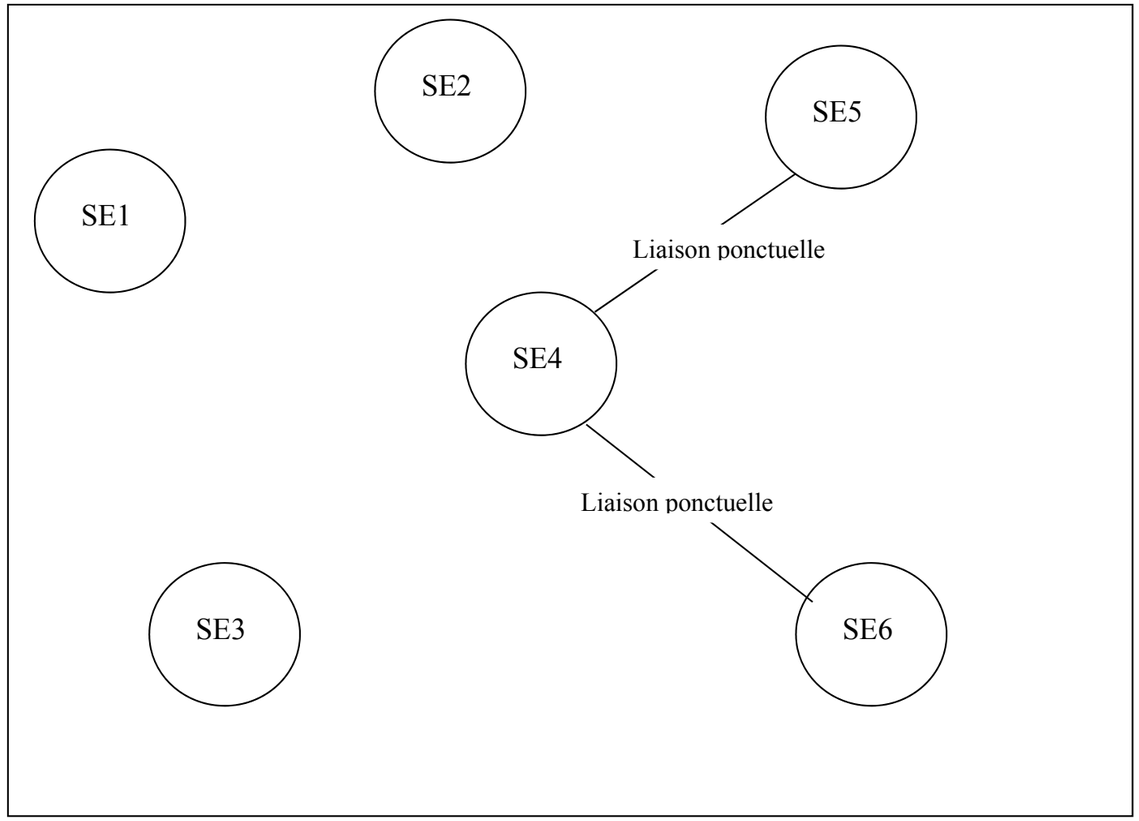
### Question 1-2 :

**On demande de compléter le schéma cinématique suivant et indiquer les classes d'équivalence.**



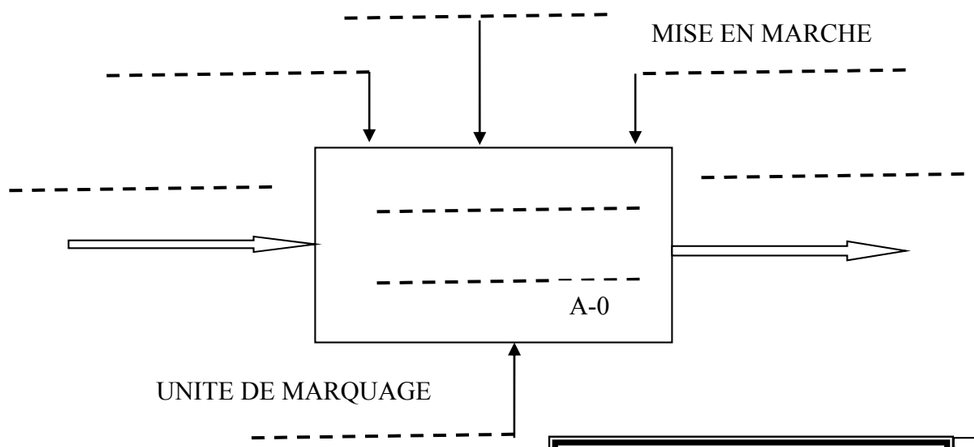

### Question 1-3 :

**En vous aidant du schéma ci-contre, on demande de compléter le graphe des liaisons**




### Question 1-4 :

**Compléter le SADT A-0 du l'unité de marquage:**




TOTAL /7

## 2- Etude Cinématique de l'unité de poinçonnage

**Objectif :** Vérifier la vitesse de fermeture des bras assurant le marquage des pièces.

**On donne :**

- Le dessin d'ensemble ci-contre.
- La course du vérin : 14 mm
- Les courbes de vitesse (DT5)

**Question 2-1 :**

**On demande de compléter le tableau en cochant par une croix le type et la nature du mouvement des couples de pièces suivants** :

| | Rotation de centre | Translation rectiligne | Mouvement plan | Nature du mouvement | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Uniforme | Varié |
| **PISTON / BATI** | | | | | |
| **Bras supérieur/BATI** | | | | | |

**Question 2-2 :**

**On demande de tracer sur le dessin d'ensemble ci-contre, la trajectoire de chacun des points suivants :**
**Notez ci-dessous, pour chacune des trajectoires, leurs caractéristiques :**

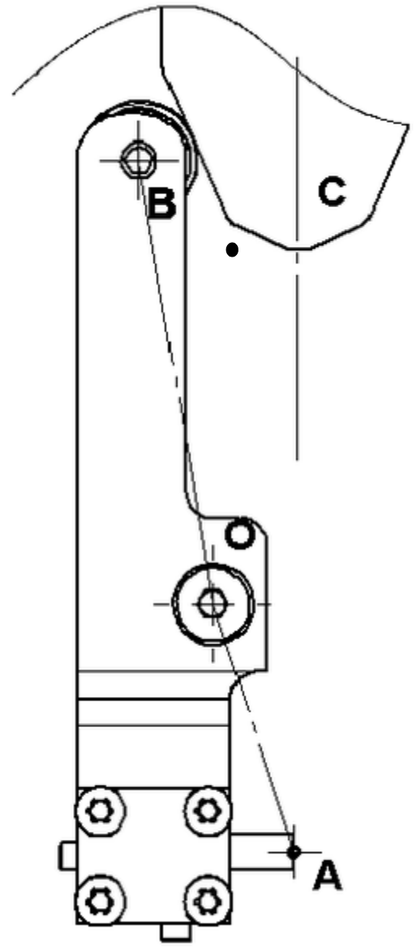
| Trajectoires | Nature du mouvement | Eléments géométriques qui définissent le mouvement. (courbes, centres, rayons, etc.…) |
|---|---|---|
| $T_{A \in SE2/SE1}$ | | |
| $T_{B \in SE2/SE1}$ | | |
| $T_{C \in SE4/SE1}$ | | |

**Question 2-3 :**

**On demande de déterminer graphiquement la vitesse du point A au moment de l'accostage, et relever la vitesse du point B. (voir les courbes et les tableaux de vitesse (DT5)) :**
**Échelle conseillée : 1mm ---------> 0.5 mm/s**

$\left\|\overrightarrow{V_{B\in SE2/SE1}}\right\|$ =..... **mm/s**

$\left\|\overrightarrow{V_{A \in SE2/SE1}}\right\|$ =..... **mm/s**




**Question 2-4 :**

**On demande de comparer la vitesse d'accostage du poinçon que vous venez de déterminer avec celle fournie par simulation informatique sur le document DT5 :**

……
……
……

**Question 2-5 :**

**On demande de calculer la vitesse de rotation du bras (les dimensions sont données sur DT4) :**

……
……

**Ω=..... rad/s**

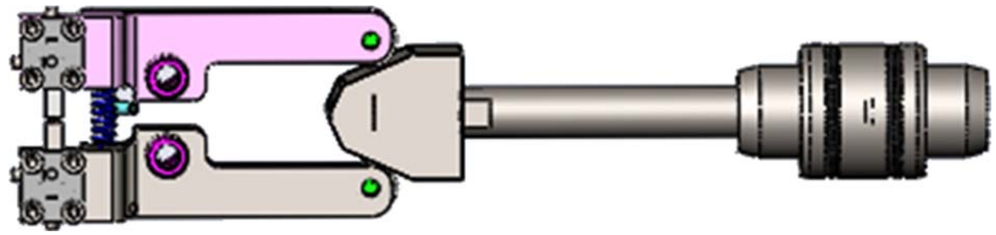
TOTAL /3 **DR2**

## 3- Etude dynamique de l'unité de poinçonnage

**Objectif :** Vérifier l'énergie cinétique développée lors de fermeture des bras assurant le marquage des pièces.

**On donne :**

- Le dessin des pièces mobiles ci-contre.
- La course du vérin : 14 mm
- Les courbes de vitesse (DT5)
- Résultats du calcul des masses et inerties des pièces mobiles extraits du modeleurs SolidWorks (DT6)
- Vitesse du piston : 50 mm/s en sortie de tige
- Vitesse de rotation du bras :0,4 rad/s
- Formules de l'énergie cinétique :
- **EC= 1/2 MV2 en mouvement de translation**
- **Ec=1/2JΩ2 en mouvement de rotation**



**<u>Question 3-1 :</u>**

**On demande de :**
**a- relever du DT6 la masse du piston + came:**

.....
.....

**b- calculer l´ énergie cinétique nécessaire au déplacement du piston +came.**

.....
.....

**<u>Question 3-2 :</u>**

**On demande de :**
**a- relever du DT6 le moment d'inertie du bras par rapport à son axe de rotation :**

.....
.....

**b- calculer l´ énergie cinétique nécessaire au rotation du bras .**

.....
.....

**<u>Question 3-3 :</u>**
**On demande de :**
**- calculer l'énergie cinétique de l'ensemble (piston+came+bras inferieur +bras supérieur)**

.....
.....

TOTAL /6,5

## 4- Analyse statique de l'unité de poinçonnage

**Échelle : 1 mm ---------> 10 N**

**Objectif :** Vérifier que la pression disponible dans le vérin permet d'obtenir l'effort de marquage minimal nécessaire pour écraser le plastique PA11 des douilles.

**On donne : Pression disponible = 0.6 MPa**
**Re du PA11 = 70MPa**

| **Aide :** | |
|---|---|
| **Contrainte de compression:** $\sigma = F/S$ | **F en Newton** **S en mm²** **σ en MPa** |

**Question 4-1 :**

**a- donner la valeur de la contrainte minimum pour déformer le matériau de la douille.**

.....

b- **Quel doit être alors l'effort minimum exercé par les deux bras pour marquer le plastique de la douille ?**

**on donne la Surface totale de l'empreinte : 10 mm²**

.....

.....

.....

**Question 4-2 : On prendra pour la suite** $\left\|\overrightarrow{A_{Pièce/SE2}}\right\|$ **=1100 N**

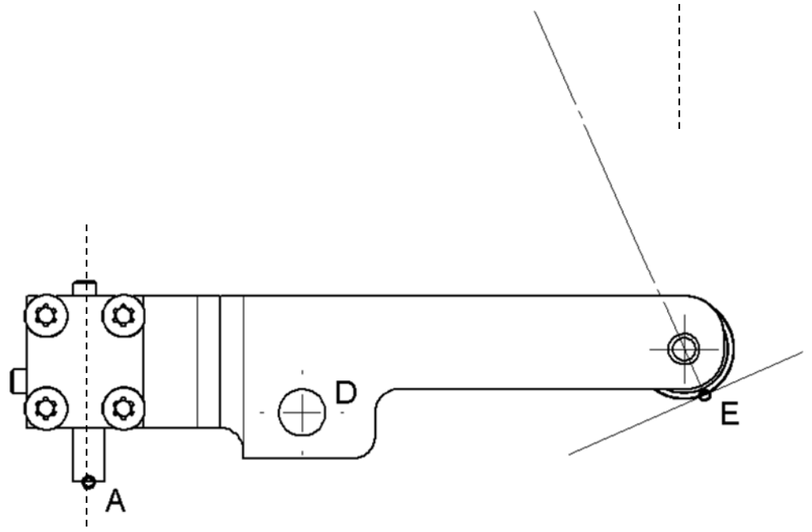
**On isole l'ensemble « mâchoire supérieure » {SE2} et la bague extérieure du roulement supérieur {SE5}. Compléter le tableau bilan des actions mécaniques de liaison ci-dessous, avant étude.**

| Effort | Point d'application | Direction | Sens | Intensité |
|---|---|---|---|---|
| $\overrightarrow{A_{Pièce/SE2}}$ | A | Verticale | Vers le haut | 1100 N |
| $\overrightarrow{D_{SE1/SE2}}$ | | | | |
| $\overrightarrow{E_{SE4/SE5}}$ | | | | |

**Question 4-3 :**

**On demande de déterminer graphiquement les efforts en D et en E, puis d'indiquer les résultats ci-dessous.**

$\left\|\overrightarrow{D_{SE1/SE2}}\right\|$ = ..... N ; $\left\|\overrightarrow{E_{SE4/SE5}}\right\|$ = ..... N



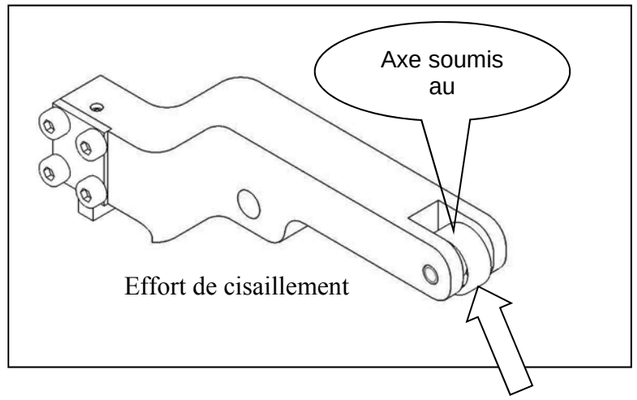

TOTAL /2

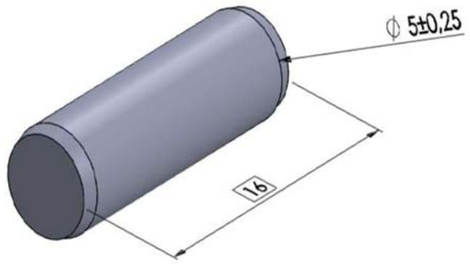
## 5- L'étude en résistance des matériaux

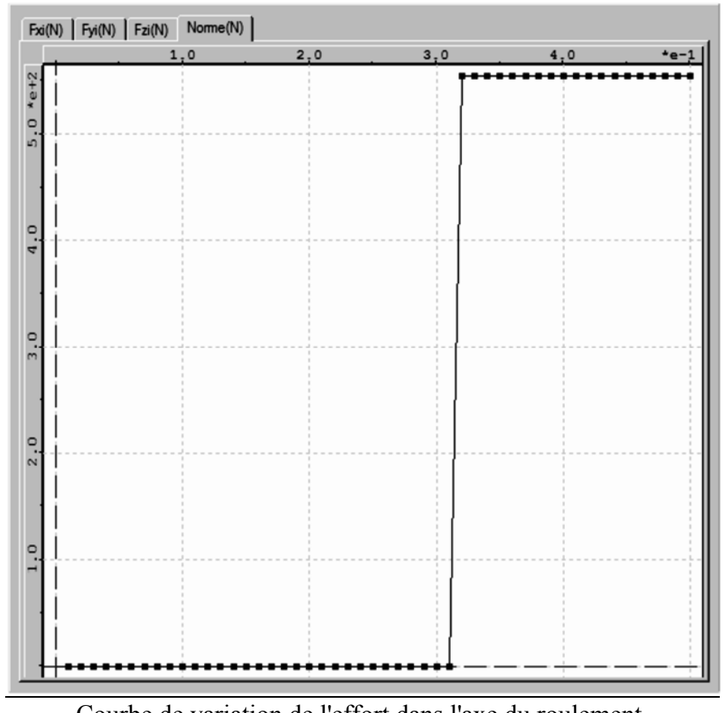
### Première étude:(sur l'axe du roulement)

**Objectif :** Calculer le coefficient de sécurité effectif s et le comparer au coefficient $\mathbf{S_{cons} = 3}$ donné par le constructeur.

**On donne :** Le dessin d'ensemble **DT3**
Les vues 3D ci-dessous
La courbe des efforts exercés sur les axes de roulement
Axe en acier de limite élastique Re = 235 MPa.




Courbe de variation de l'effort dans l'axe du roulement,
Pression d'alimentation 0.6 MPa (6 bar)

| Temps (s) | Norme (N) | Temps (s) | Norme (N) |
|---|---|---|---|
| 0.00 | 0 | 0.26 | 0.00 |
| 0.01 | 0 | 0.27 | 0.00 |
| 0.02 | 0 | 0.28 | 0.00 |
| 0.03 | 0 | 0.29 | 0.00 |
| 0.04 | 0 | 0.30 | 0.00 |
| 0.05 | 0 | 0.31 | 0.00 |
| 0.06 | 0 | 0.32 | 641.18 |
| 0.07 | 0 | 0.33 | 641.18 |
| 0.08 | 0 | 0.34 | 641.18 |
| 0.09 | 0 | 0.35 | 641.18 |
| 0.10 | 0 | 0.36 | 641.18 |
| 0.11 | 0 | 0.37 | 641.18 |
| 0.12 | 0 | 0.38 | 641.18 |
| 0.13 | 0 | 0.39 | 641.18 |
| 0.14 | 0 | 0.40 | 641.18 |
| 0.15 | 0 | 0.41 | 641.18 |
| 0.16 | 0 | 0.42 | 641.18 |
| 0.17 | 0 | 0.43 | 641.18 |
| 0.18 | 0 | 0.44 | 641.18 |
| 0.19 | 0 | 0.45 | 641.18 |
| 0.20 | 0 | 0.46 | 641.18 |
| 0.21 | 0 | 0.47 | 641.18 |
| 0.22 | 0 | 0.48 | 641.18 |
| 0.23 | 0 | 0.49 | 641.18 |
| 0.24 | 0 | 0.50 | 641.18 |
| 0.25 | 0 | | |

**Question 5-1 :**
**On demande de :**

**a- relever dans le tableau correspondant l'intensité maximale de la force qui s'exerce sur l'axe du roulement, arrondie au nombre entier supérieur :**

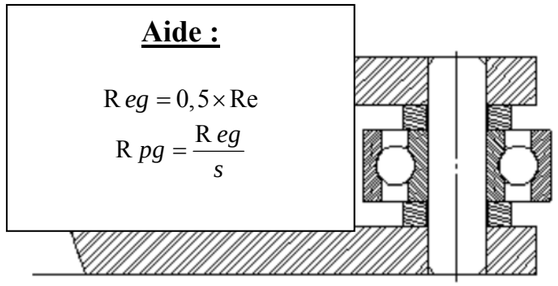
Effort de Cisaillement maxi = .....en N

**b- repasser en couleur bleu la (ou les) section(s) cisaillée(s) sur la mise en plan de l'axe de roulement ci-dessous.**

**Aide :**

$$R\,eg = 0,5 \times Re$$

$$R\,pg = \frac{R\,eg}{s}$$



**Question 5-2 : On demande de :**

**a- calculer la surface totale soumise au cisaillement:**

.....
.....

**b- calculer la contrainte dans une section cisaillée :**

.....
.....

**c- calculer le coefficient de sécurité effectif, au regard de la contrainte maximale de cisaillement admissible :**

.....
.....

**d- comparer le coefficient de sécurité trouvé avec celui donné par le constructeur :**

.....

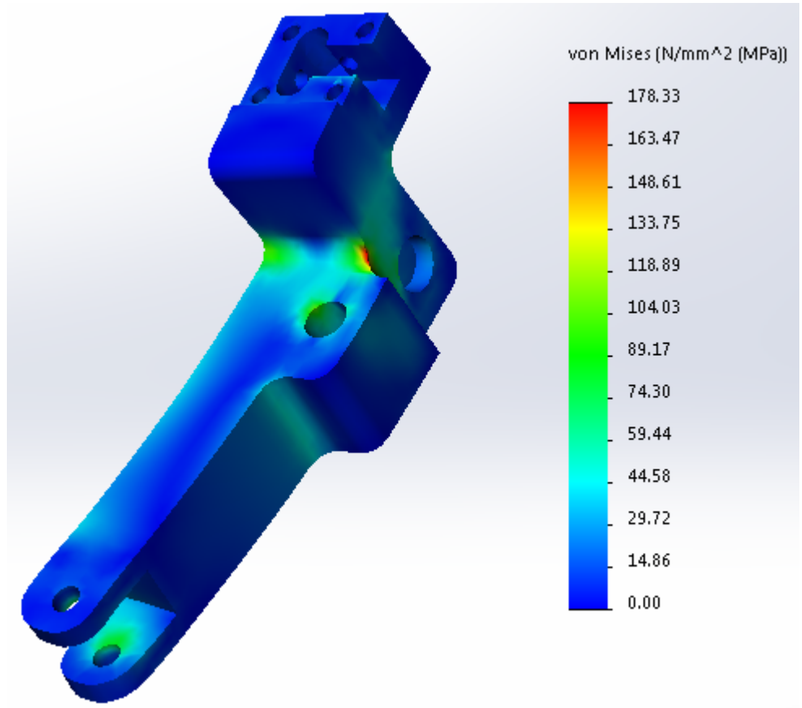
TOTAL /4,5 **DR5**

## Deuxième étude ( sur le bras inferieur)

**Objectif :** vérifier la résistance du bras inferieur

le bras est en acier de limite élastique Re = 235 MPa.

le résultat du simulation sur **SOLIDWORKS SIMULATION** est donné ci-dessous:




**Question 5-3 :**
**On demande de :**

**a- montrer la zone dangereuse du bras inferieur ( entourer dans le dessin la zone du contrainte maxi )**

**b- relever la contrainte maximale de la force**

**contrainte maxi = .**.....

**c- calculer le coefficient de sécurité**

**d- conclure sur la résistance du bras :**

.....

**coefficient de sécurité =** .....

**Question 5-4 :**
**la désignation du matériau du bras est :** S235

interpréter les désignations suivantes:

**a- S235:**.....

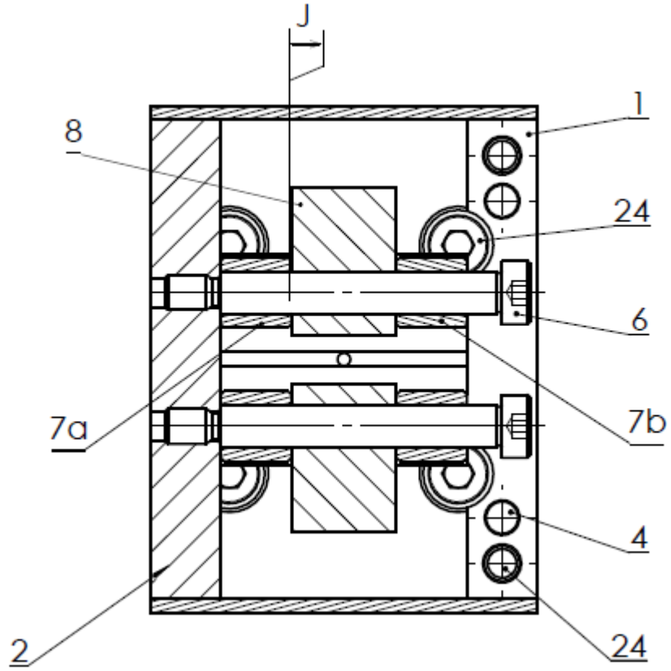
**b- C 40 E**:.....

## 6- Analyse de spécifications Géométriques

**Objectif :** Analyser la cotation fonctionnelle du bras .

**On donne :** L´extrait du dessin d'ensemble (DT1) ci-dessous:

**Question 6-1 :**
**On vous demande de tracer la chaine du cote condition J entre 7 et 8:**



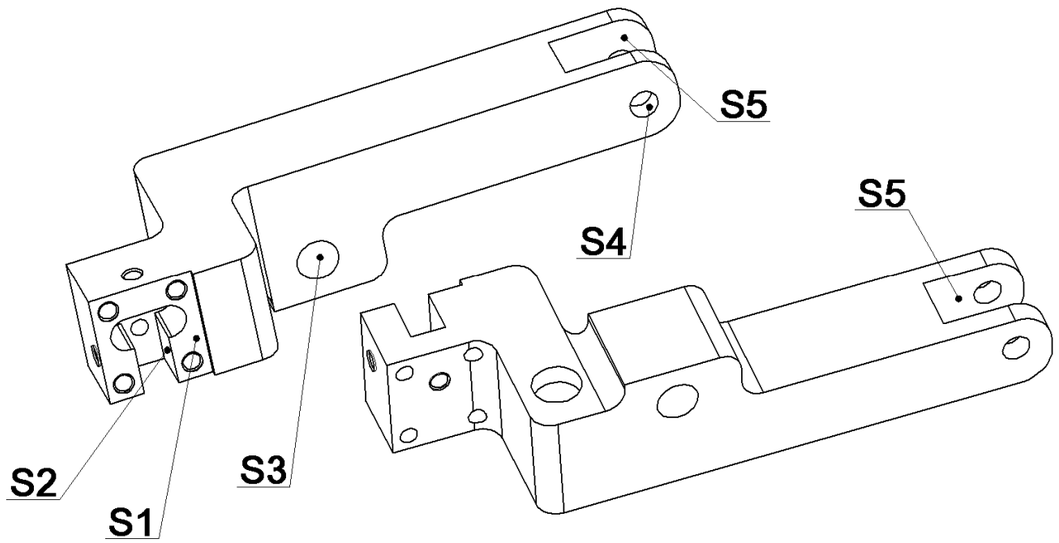

TOTAL /7

**Question 6-2 :**

**Objectif :** Analyser les données de définition d'une pièce .

**On donne :** Le dessin de définition du bras supérieur (DT4)

**On vous demande d'inventorier l'ensemble des spécifications dimensionnelles, géométriques et d'états de surface pour chacun des surfaces repérés sur le dessin ci-dessous. Vous compléterez ainsi le tableau du bas de la page.**




| Surfaces | Spécifications dimensionnelles | Dimensions de Référence | Spécifications Géométriques | | | | Spécifications d'état de surface |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | X | 23,5 | ⌖ | 0,1 | A-C | B | Ra 3,2 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |

**Question 6-3 :**

**On donne :** La cote de Ø6H7(E) extraite du dessin de définition du bras supérieur.
L'extrait du tableau des principaux écarts en **micromètres**.

| Cote nominale | Jusqu'à 3 inclus | De 3 à 6 inclus |
|---|---|---|
| H7 | +10<br>0 | +12<br>0 |

**On vous demande d'interpréter cette spécification dimensionnelle en complétant le document ci-dessous.**

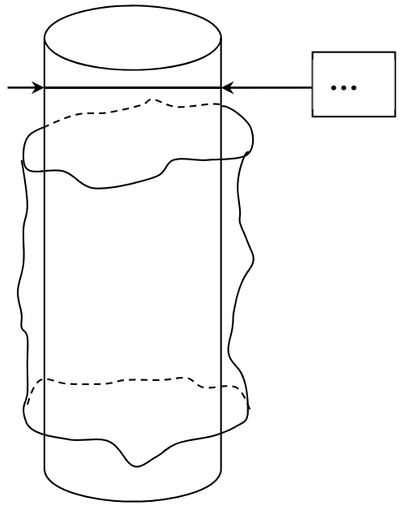
**a- 1ère condition :**
**Les dimensions linéaires doivent être comprises entre deux cotes :**
**La cote mini : …… …….. (Écrire cette cote)**
**La cote maxi :…… ……. (Écrire cette cote)**

**b- 2ème condition :**

**L'exigence d'…… est indiquée par le symbole (E) à la suite d'une tolérance linéaire.**

**Cette exigence impose que l'élément réel ne dépasse pas l'…… de la forme parfaite à la dimension …… de matière.**

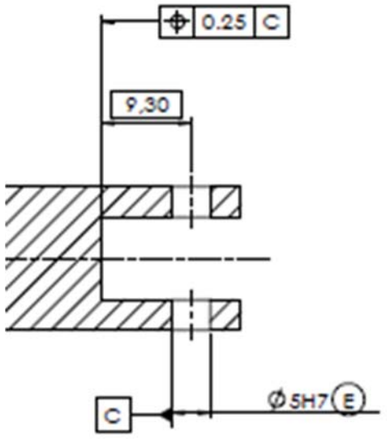
**c- Indiquer sur cette dimension (valeur de la forme parfaite limitant cet alésage) :**




TOTAL /11,5 **DR7**

**Question 6-4 :**

**On vous demande d'interpréter cette spécification indiquer dans le tableau: compléter le tableau**

| TOLERANCEMENT NORMALISE | Analyse d'une spécification par zone de tolérance | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Symbole de la spécification : ⌖ | Eléments non Idéaux | | Eléments Idéaux | | |
| Type de spécification<br>Forme Orientation<br>Position Battement | Elément(s) TOLÉRANCÉ(S) | Elément(s) de RÉFÉRENCE | Référence(s) SPÉCIFIÉE(S) | Zone de tolérance | |
| Condition de conformité<br>L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance. | Unique / Groupe | Unique / Multiples | Simple Commune / Système | Simple / Composée | Contraintes<br>Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée |
| Schéma<br>Extrait du dessin de définition<br>  | **A compléter** | **A compléter** | **A compléter** | **A compléter** | **A compléter** |

TOTAL /3,5

**DR8**

## 7- industrialisation: obtention du brut.

en phase d'essais, l'entreprise a adopter la méthode de prototypage pour la réalisation d un modèle d'étude .

**Question 7-1 :**

**a- Quel est le but de prototypage?**

.....
.....
.....

**b- quel est le moyen de contrôle de spécification suivante** ⌖ 0.1 A-C B

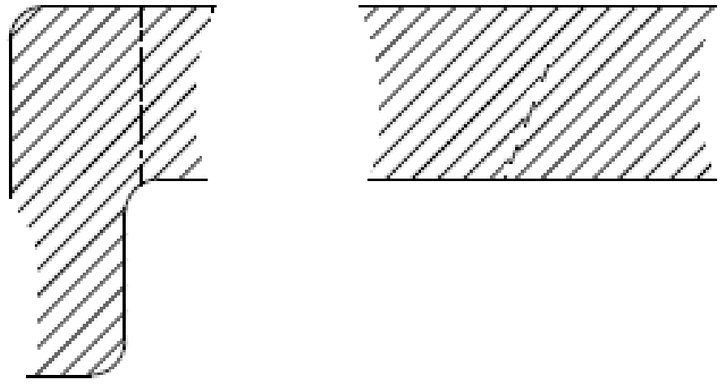
.....
.....

**Question 7-2 :**

Après étude de pré-industrialisation, le bureau des méthodes prévoit de réaliser le brut des deux bras supérieur et inferieur par estampage.

**Donner deux avantages du procédé d'estampage.**

……
……
……
……



**Question 7-3 :**

**Afin de justifier le choix du procédé d'estampage, indiquer la spécification qui impose ce choix on se basant sur le dessin de définition du document technique. DT4**

……
……

**Question 7-4:**

**Compléter le dessin de brut en indiquant ;**

a) **Le plan de joint**
b) **La surépaisseur d'usinage**
c) **Les dépouilles**

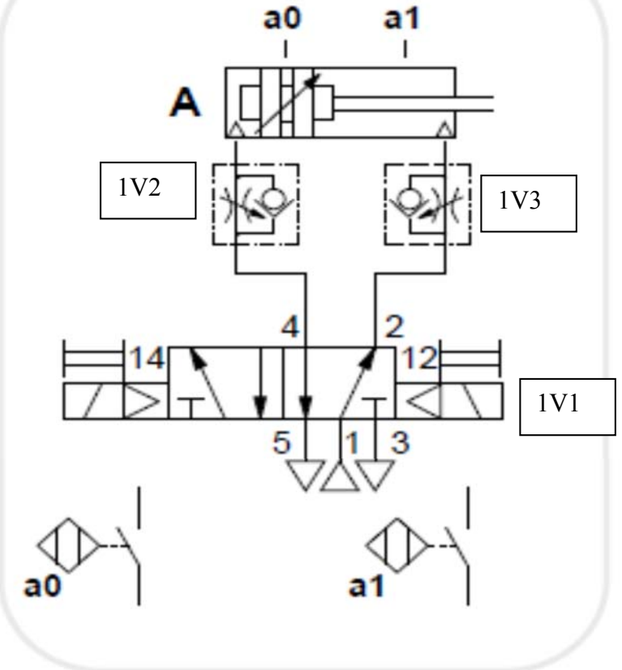
**Données :**

- Surépaisseur d'usinage 2mm
- Dépouille 1°
- Arrondis selon besoin

## 8- Mécanique des fluides

**Objectif :vérifier le choix du vérin et calculer la consommation d'air comprimé**

**On donne le schéma pneumatique de vérin :**




### Données et hypothèses :

Un vérin double effet **A** est caractérisé par :

- son diamètre intérieur **D = 40 mm** et sa course **C=14 mm** pression $p_{maxi}$**=6 bars**
- On souhaite que ce vérin développe une force réelle de poussée égale à **500N** avec un taux de charge inferieur a **0.7. taux de charge** $T = F_{réelle} / F_{théorique}$
- Sa tige se déplaçant à la vitesse uniforme de **V=50mm.s$^{-1}$.**
- Le dispositif d'alimentation de vérin comprend essentiellement un distributeur **1V1** de commande, deux régleurs de débit **1V2** et **1V3** (voir schéma ci-dessus)
- la tuyauterie en **plastique** de diamètre de $d_c$**=6mm.**
- l'air considéré comme un fluide incompressible a une viscosité **$\nu$=1,57.10$^{-5}$ m$^2$.s$^{-1}$** et sa masse volumique est **$\rho$=1,177kg.m$^{-3}$**.
- Les pertes charges singulières sont négligées, ainsi que la différence de niveau.

**<u>Question 8-1 :</u> On vous demande de:**

a) **calculer la force théorique du vérin**

.....

.....

b) **calculer le taux de charge du vérin et comparer le avec le taux de charge souhaité**

.....

.....

c) **conclure sur le choix du vérin**

.....

.....

**<u>Question 8-2 :</u> On vous demande de:**

**a) calculer le débit volumétrique théorique $Q_{th}$ en m$^3$/s**

.....

.....

**b) calculer la vitesse d'écoulement Ve dans la tuyauterie en m/s.**

.....

.....

**c) calculer le nombre de Reynolds Re .**

.....

.....

**d) calculer le coefficient de pertes de charges $\lambda$ .**

.....

.....

**e) calculer les pertes de charges régulières J dans la tuyauterie de longueur total L=10m en Pa.**

.....

.....

**f) calculer la consommation d 'aire comprimé en litre par minute avec la formule du document constructeur FESTO (DT 7) on donne la fréquence de marquage :1 coup toutes les 36 s**

.....

.....

**On donne:**

**Re=Vd/$\nu$ :nombre de Reynolds**

**Pertes de charges régulières J**

$$J=\lambda.(1/d).(v^2/2).\rho \text{ en } (P_a/m)$$

**Détermination de $\lambda$ par des formules :**

| | | |
|---|---|---|
| 0< Re <2000 | **$\lambda$ =64/Re** | Formule de Poseuille |
| 2000 < Re <100 000 | **$\lambda$ = 0,316.Re$^{-0,25}$** | Formule de Blasius |
| Re >10 000 ε rugosité | **$\lambda$= 0,79.( $\epsilon$ / D)$^{0,5}$** | Formule de Blench |

| Matériaux | Valeur courante de rugosité $\epsilon$ en mm |
|---|---|
| Plastique | 0,03 |
| Aluminium | 0,05 |
| Acier inox | 0,09 |

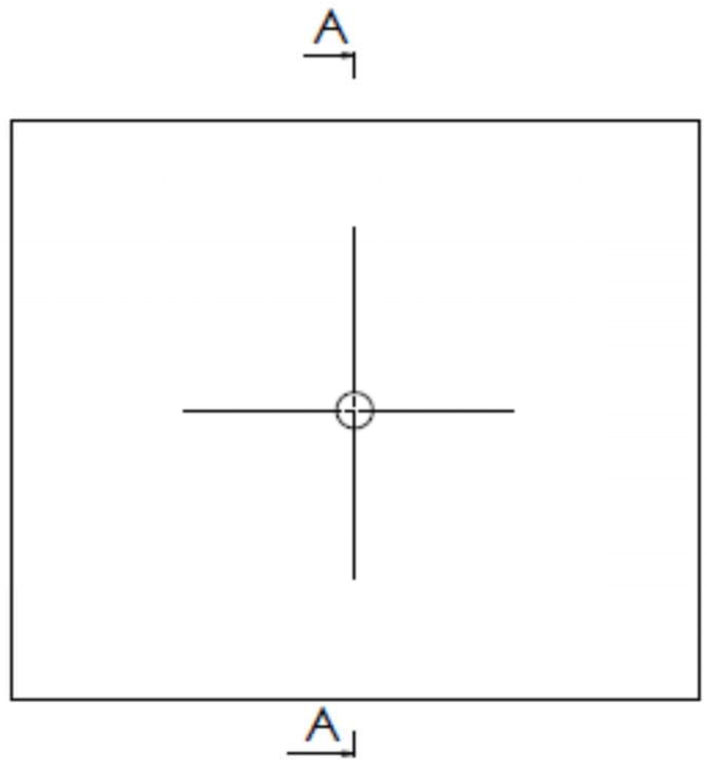
TOTAL /20

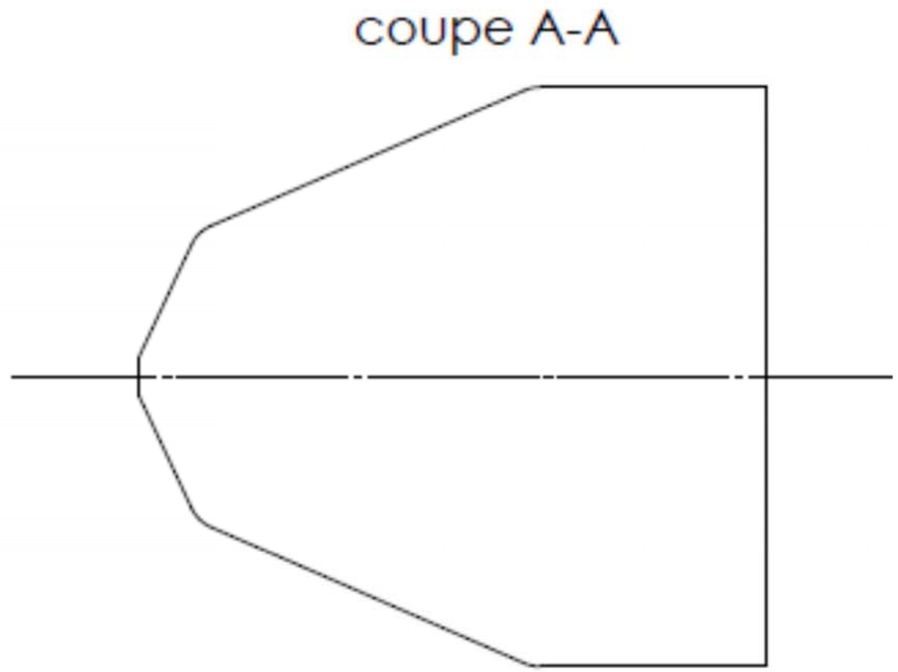
## 9:représentation du produit

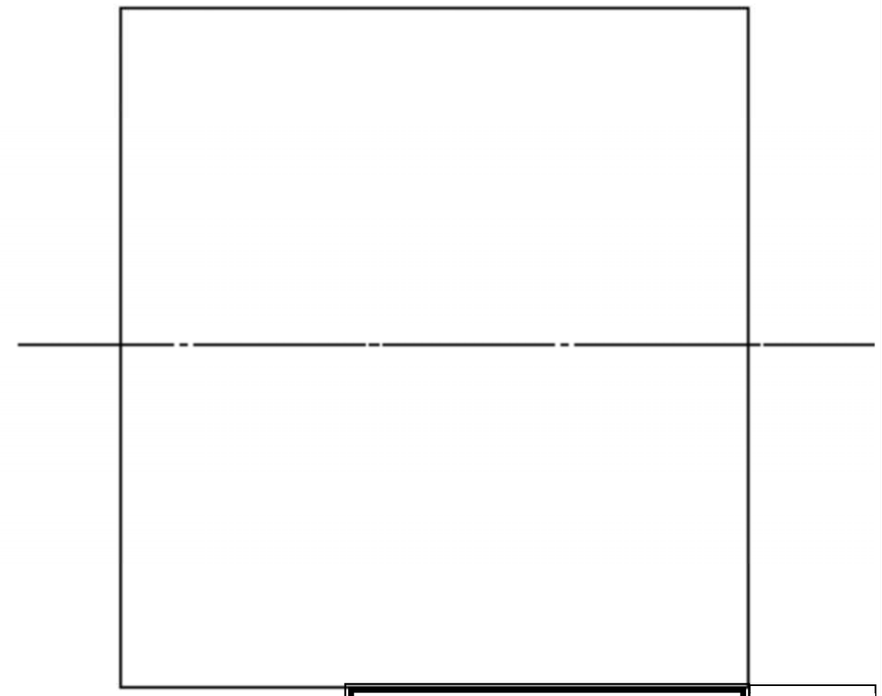
**question 9:**

**on demande de:**
**compléter le dessin de définition de la came (repère 14) sur DT1, sans représenter les formes cachées en :**

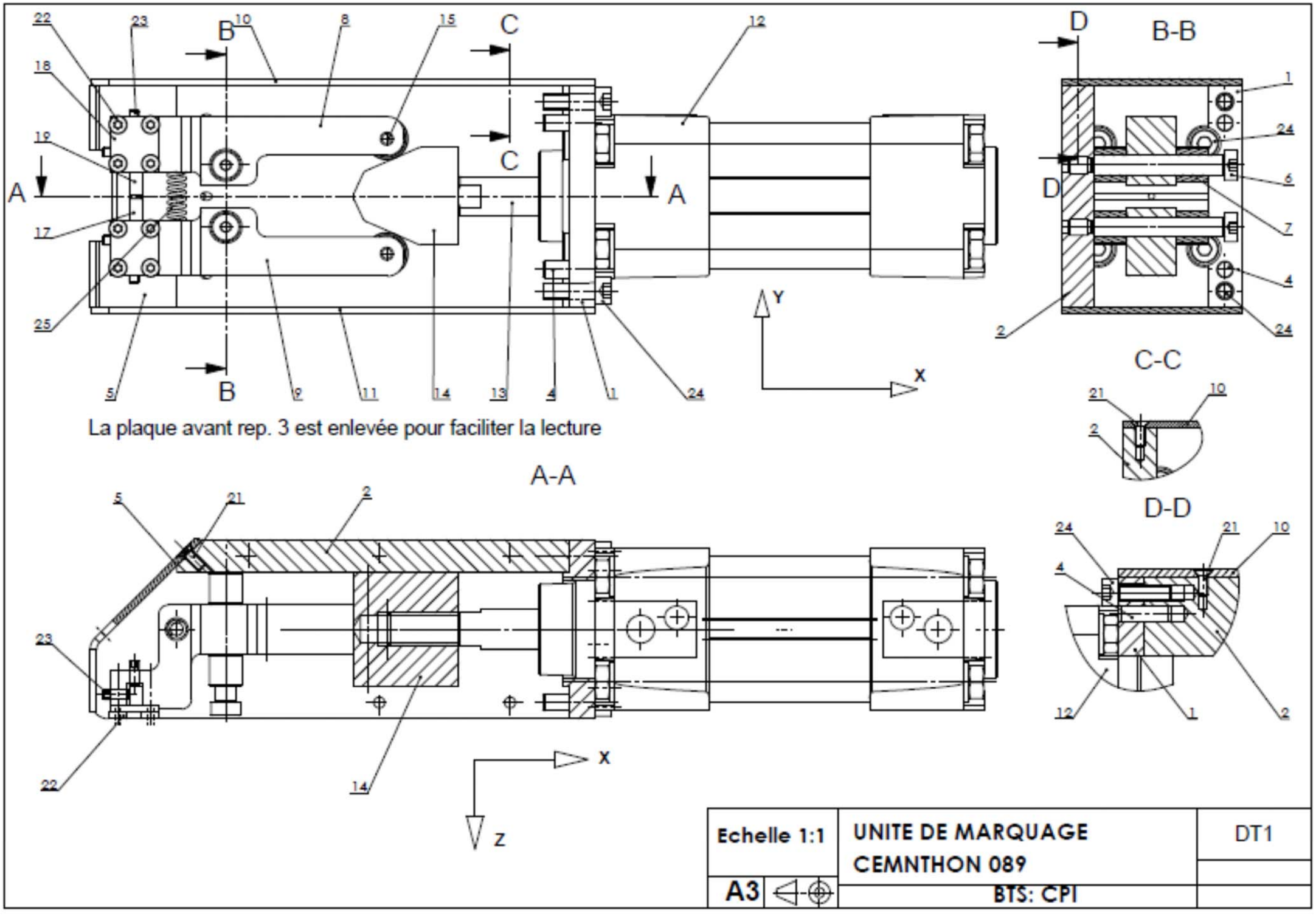
- **a- vue de face coupe A-A.**
- **b- vue de droite.**
- **c- vue de de-dessus.**

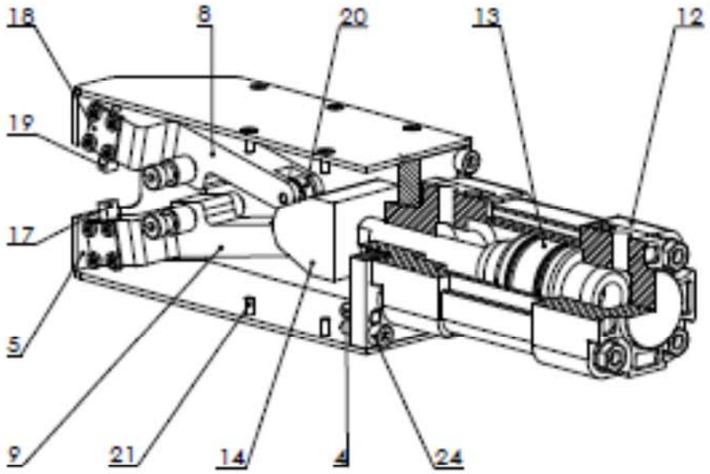


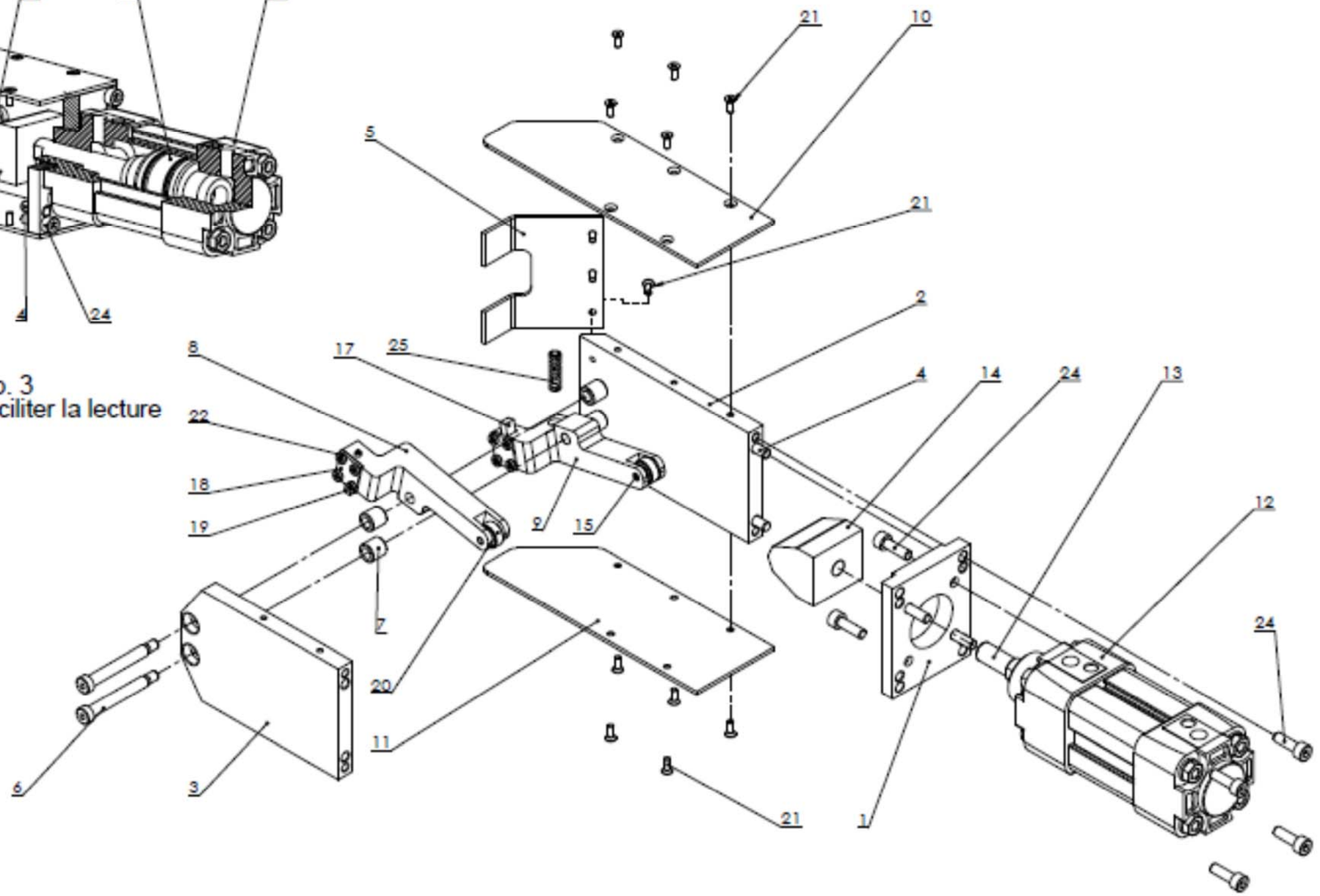



ECELLE 10:1

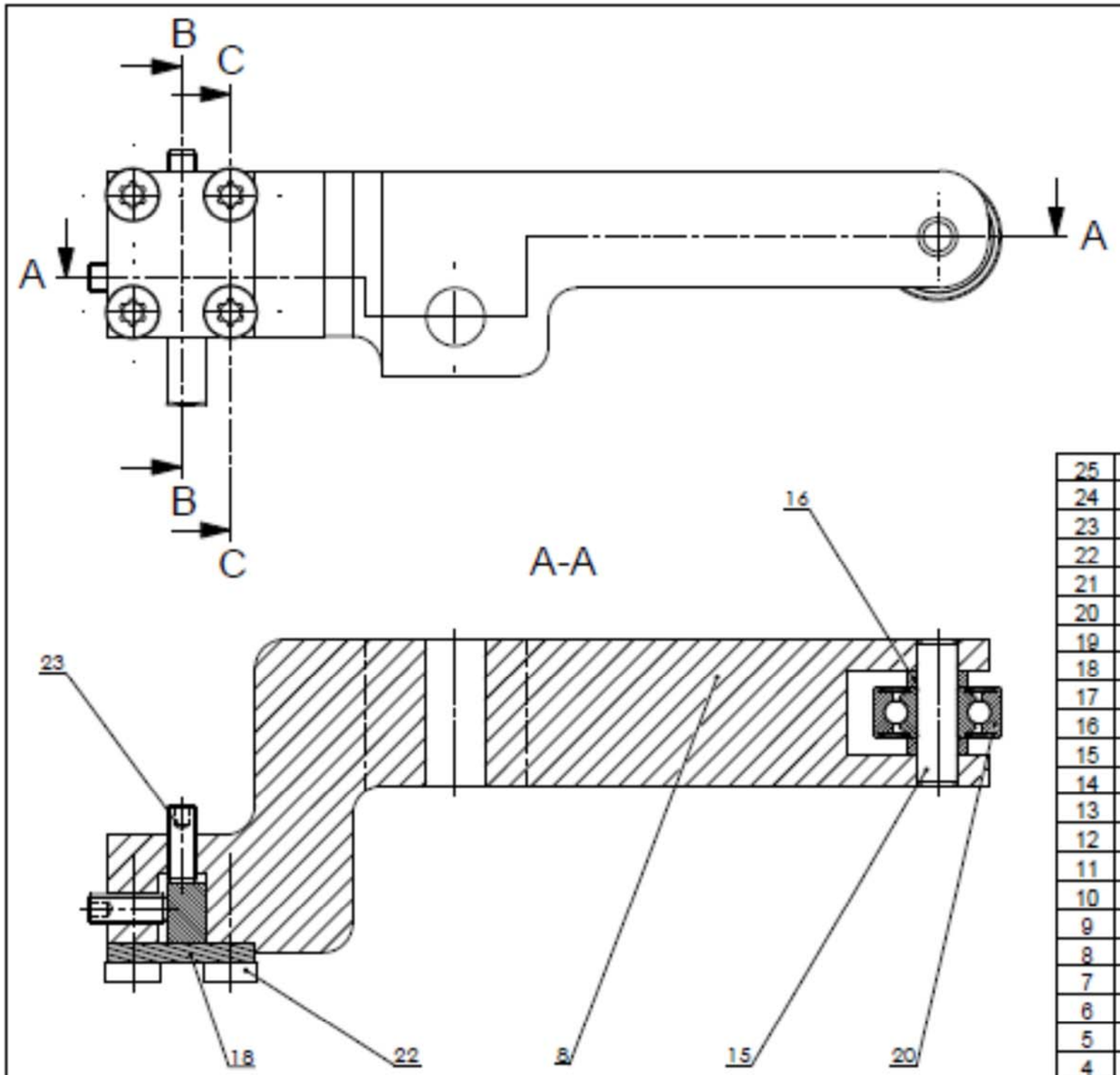

B-B
C-C
D-D
A-A
La plaque avant rep. 3 est enlevée pour faciliter la lecture
Echelle 1:1
A3
UNITE DE MARQUAGE
CEMNTHON 089
BTS: CPI
DT1

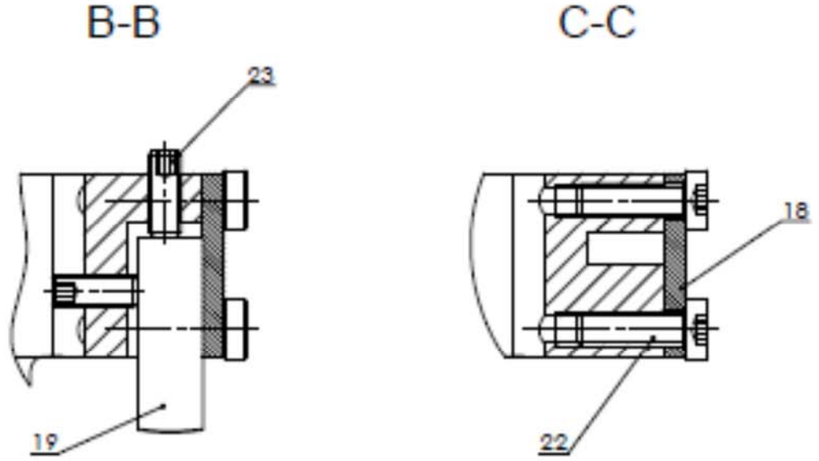



La plaque avant rep. 3
est enlevée pour faciliter la lecture




| | | |
|---|---|---|
| Echelle 1:2 | UNITE DE MARQUAGE CEMNTHON 089 | DT2 |
| A3 | BTS: CPI | |

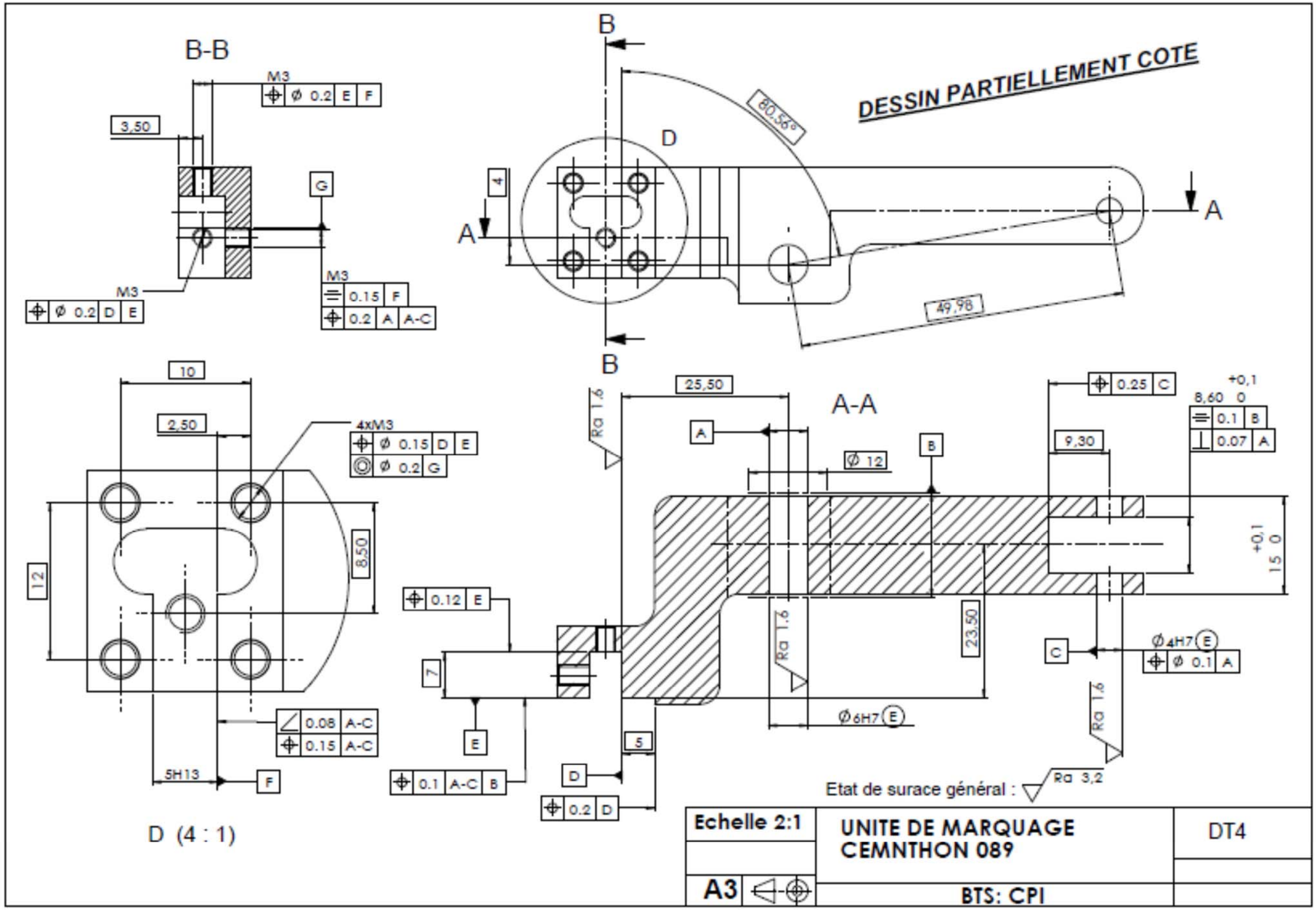


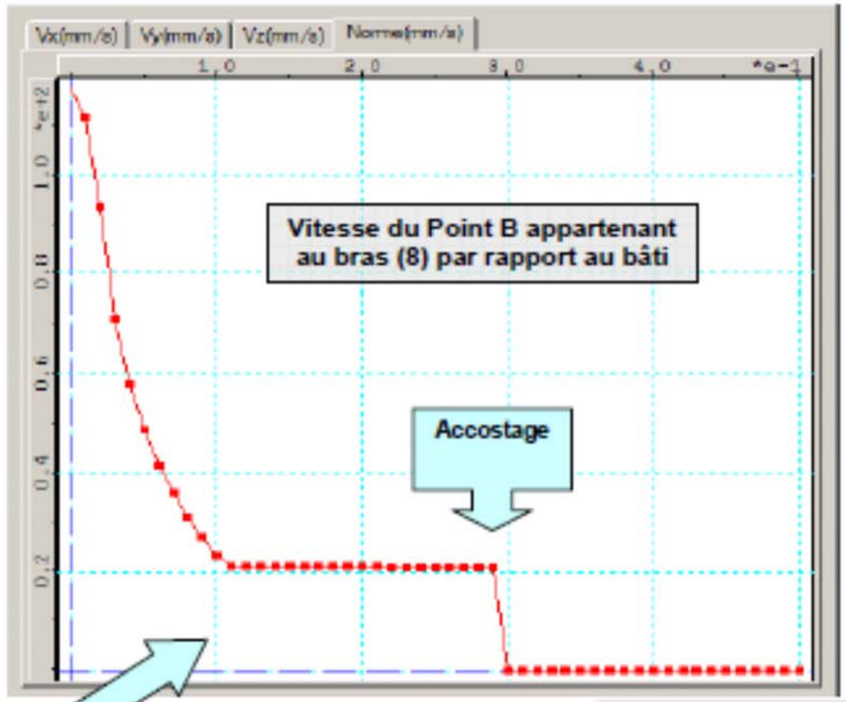

| Rep. | Nbre. | Désignation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 25 | 1 | Ressort de rappel | C 60 | NF A 47-301 |
| 24 | 8 | Vis ISO 4762-M5x16-8.8 | | |
| 23 | 6 | Vis sans tete à bout plat NF E 27-180 M3x0,5-8-33h | | |
| 22 | 8 | Vis CZX NF E25-111 M3-0,5-10-4,8-1 | | |
| 21 | 13 | Vis FHC NF E 27-160 M3x0.5-8-8.8 | | |
| 20 | 2 | Roulement SNR 624EE | | |
| 19 | 1 | Poinçon | C 40 E | |
| 18 | 2 | Plaque d'appui | S 235 | |
| 17 | 1 | Enclume | C 40 E | |
| 16 | 4 | Entretoise ep. 1.8 | S 235 | |
| 15 | 2 | Axe | S 235 | |
| 14 | 1 | Came | C 40 E | |
| 13 | 1 | Piston PES 32 NA 25-DM | | |
| 12 | 1 | Corps verin PES 32 P NA 25 | | |
| 11 | 1 | Carter inferieur | S 235 | |
| 10 | 1 | Carter superieur | S 235 | |
| 9 | 1 | Bras inferieur | S 235 | |
| 8 | 1 | Bras superieur | S 235 | |
| 7 | 4 | entretoise | S 235 | |
| 6 | 2 | Vis epaulee M5x40 NF E 27-191 | | |
| 5 | 1 | Tole de protection | S 235 | |
| 4 | 4 | Goupille ISO 8734-5x16-A | | |
| 3 | 1 | Plaque avant | S 235 | |
| 2 | 1 | Fond | S 235 | |
| 1 | 1 | Support de verin | S 235 | |

ASSEMBLAGE "MACHOIRE SUPERIEURE"

| | | |
|---|---|---|
| Echelle 2:1 | UNITE DE MARQUAGE CEMNTHON 089 | DT3 |
| A3 | BTS: CPI | |

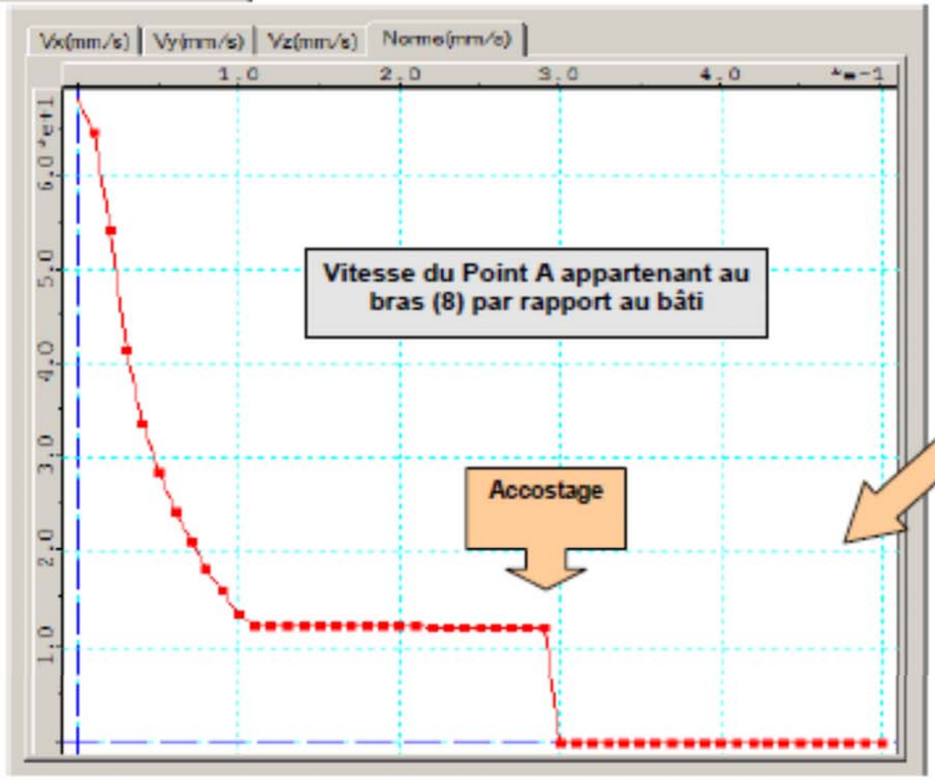

DESSIN PARTIELLEMENT COTE
B-B
A-A
D (4 : 1)
Etat de surace général : Ra 3,2
Echelle 2:1
UNITE DE MARQUAGE
CEMNTHON 089
DT4
A3
BTS: CPI

| Temps (s) | Norme (mm/s) |
|---|---|
| - | 117.434 |
| 0.01 | 111.385 |
| 0.02 | 83.575 |
| 0.03 | 71.215 |
| 0.04 | 58.010 |
| 0.05 | 48.823 |
| 0.06 | 41.809 |
| 0.07 | 36.119 |
| 0.08 | 31.286 |
| 0.09 | 27.071 |
| 0.10 | 23.289 |
| 0.11 | 21.321 |
| 0.12 | 21.290 |
| 0.13 | 21.260 |
| 0.14 | 21.231 |
| 0.15 | 21.201 |
| 0.16 | 21.173 |
| 0.17 | 21.144 |
| 0.18 | 21.117 |
| 0.19 | 21.089 |
| 0.20 | 21.063 |
| 0.21 | 21.038 |
| 0.22 | 21.011 |
| 0.23 | 20.985 |
| 0.24 | 20.960 |
| 0.25 | 20.936 |
| 0.26 | 20.912 |
| 0.27 | 20.889 |
| 0.28 | 20.888 |
| 0.29 | 20.888 |
| 0.30 | 0.000 |
| 0.31 | 0.000 |
| 0.32 | 0.000 |
| 0.33 | 0.000 |




**Résultats extraits de valeurs obtenues à l'aide d'un logiciel de calcul**

| Temps(s) | Norme (mm/s) |
|---|---|
| 0.00 | 87.881 |
| 0.01 | 84.488 |
| 0.02 | 64.177 |
| 0.03 | 41.231 |
| 0.04 | 33.586 |
| 0.05 | 28.267 |
| 0.06 | 24.206 |
| 0.07 | 20.812 |
| 0.08 | 18.118 |
| 0.09 | 16.873 |
| 0.10 | 13.472 |
| 0.11 | 12.344 |
| 0.12 | 12.328 |
| 0.13 | 12.309 |
| 0.14 | 12.292 |
| 0.15 | 12.275 |
| 0.16 | 12.258 |
| 0.17 | 12.242 |
| 0.18 | 12.226 |
| 0.19 | 12.210 |
| 0.20 | 12.195 |
| 0.21 | 12.179 |
| 0.22 | 12.165 |
| 0.23 | 12.150 |
| 0.24 | 12.135 |
| 0.25 | 12.121 |
| 0.26 | 12.107 |
| 0.27 | 12.094 |
| 0.28 | 12.082 |
| 0.29 | 12.082 |
| 0.30 | 0.000 |
| 0.31 | 0.000 |
| 0.32 | 0.000 |
| 0.33 | 0.000 |




DT5

Propriétés de masse

Piston PES 32 NA 25-DM.SLDASM

Options...

Remplacer les propriétés de masse... | Recalculer

☑ Inclure les corps/composants cachés
☐ Créer la fonction Centre de masse
☐ Afficher la masse du cordon de soudure

Indiquer les valeurs de coordonnées relatives à: -- par défaut --

Propriétés de masse de Piston PES 32 NA 25-DM
Configuration: Défaut
Système de coordonnées: -- par défaut --

Masse = 521.74 grammes

Volume = 67306.69 millimètres cubes

Superficie = 22110.32 millimètres carrés

Centre de gravité: ( millimètres )
X = 0.00
Y = 0.00
Z = 52.09

Principaux axes et moments d'inertie: ( grammes * millimètres carrés )
Pris au centre de gravité.
Ix = ( 0.00, 0.00, 1.00) Px = 61948.24
Iy = ( 1.00, 0.00, 0.00) Py = 1495630.33
Iz = ( 0.00, 1.00, 0.00) Pz = 1504745.53

Moments d'inertie: ( grammes * millimètres carrés )
Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.
Lxx = 1495630.33 Lxy = 0.00 Lxz = 0.00
Lyx = 0.00 Lyy = 1504745.53 Lyz = 0.00
Lzx = 0.00 Lzy = 0.00 Lzz = 61948.24

Moments d'inertie: ( grammes * millimètres carrés )
Pris au système de coordonnées de sortie.
Ixx = 2911228.90 Ixy = 0.00 Ixz = 0.00
Iyx = 0.00 Iyy = 2920344.10 Iyz = 0.00
Izx = 0.00 Izy = 0.00 Izz = 61948.24

Aide | Imprimer... | Copier dans le Presse-papiers

Propriétés de masse

Bras inferieur.SLDASM

Options...

Remplacer les propriétés de masse... | Recalculer

☑ Inclure les corps/composants cachés
☐ Créer la fonction Centre de masse
☐ Afficher la masse du cordon de soudure

Indiquer les valeurs de coordonnées relatives à: Système de coordonnées de sortie

Propriétés de masse de Bras inferieur
Configuration: Défaut
Système de coordonnées: Système de coordonnées de sortie

Masse = 170.07 grammes

Volume = 21.66 centimètres cubes

Superficie = 114.78 centimètres carrés

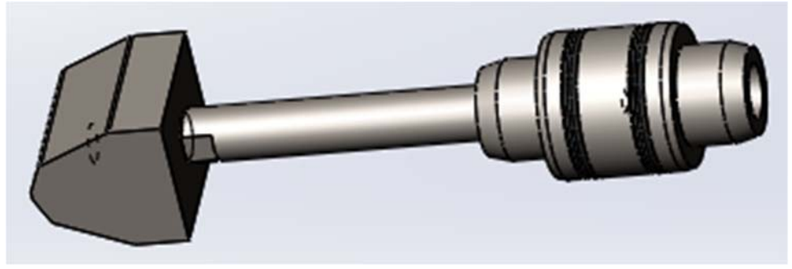
Centre de gravité: ( centimètres )
X = 0.19
Y = 0.69
Z = 0.33

Principaux axes et moments d'inertie: ( grammes * centimètres carrés )
Pris au centre de gravité.
Ix = ( 0.97, 0.04, 0.25) Px = 132.30
Iy = ( 0.24, 0.09, -0.97) Py = 1039.88
Iz = (-0.07, 1.00, 0.07) Pz = 1086.61

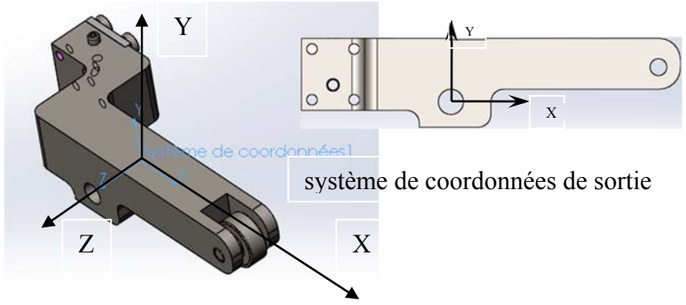
Moments d'inertie: ( grammes * centimètres carrés )
Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.
Lxx = 189.76 Lxy = 42.51 Lxz = 217.33
Lyx = 42.51 Lyy = 1084.31 Lyz = 6.59
Lzx = 217.33 Lzy = 6.59 Lzz = 984.72

Moments d'inertie: ( grammes * centimètres carrés )
Pris au système de coordonnées de sortie.
Ixx = 289.26 Ixy = 64.41 Ixz = 227.93
Iyx = 64.41 Iyy = 1109.15 Iyz = 45.61
Izx = 227.93 Izy = 45.61 Izz = 1071.28

Aide | Imprimer... | Copier dans le Presse-papiers



**Extrait des valeurs obtenues par le logiciel SolidWorks**




système de coordonnées de sortie

**DT6**

FESTO

## Calcul de la force d'un vérin

La force qu'exerce le piston d'un vérin dépend de la surface du piston et de la pression de travail.
La force théorique du piston peut être calculée de la manière suivante :

$F_{th} = p \times A$

Plus importante est la force réelle obtenue à la tige du piston.
Pour obtenir la force réelle, il faut tenir compte des forces de frottement et déduire ces forces de la force théorique.
En temps normal (pression de travail 0,4 à 0,8 MPa), on peut considérer que la force de frottement équivaut entre 5 et 15% de la force théorique.

Force réelle obtenue à la tige du piston :

$F = F_{th} - F_w$

Chez le vérin simple effet il faut également déduire la force du ressort de la force théorique affin d'obtenir la force réelle obtenue à la tige du piston.

**Pour le vérin simple effet on peut considérer que**:
$F = F_{th} - (F_w + F_v) = p \times A - (F_w + F_v)$.
Chez un vérin simple effet à pousser, la surface effective de travail $A = \pi \times D^2/4$
Chez un vérin simple effet à traction, la surface effective de travail $A = \pi \times (D^2 - d^2)/4$

**Pour le vérin double effet on peut considérer que**:
$F = F_{th} - F_w = p \times A - F_w$.
La surface effective de travail lors de la sortie du piston $A = \pi \times D^2/4$
La surface effective de travail lors de la rentrée du piston $A = \pi \times (D^2 - d^2)/4$

Description des grandeurs physiques utilisées:
F = force réelle obtenue à la tige du piston
$F_{th}$ = la force théorique du piston
$F_w$ = la force de frottement
$F_v$ = la force du ressort
p = la pression de travail
A = la surface effective de travail
D = le diamètre du piston
d = le diamètre de la tige de vérin

FESTO

## La vitesse du piston.

Pour les vérins standard, la vitesse moyenne du piston se trouve entre 0,1 m/s et 1,5 m/s (6,0 m/min . . .90 m/min).

Un vérin pneumatique atteint sa vitesse maximale en situation exempte de charges.
La vitesse du vérin diminue, au fur et à mesure que la charge augmente (Fig. 42).
A charge maximale le vérin est à l'arrêt et on obtient une force statique.

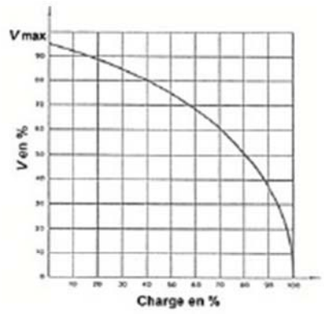



Fig. 42.

A titre indicatif, on considère que la charge maximum appliquée sur un vérin ne peut dépasser 70 % de la force que le vérin peut fournir.

$F_{dyn} = F_{statique}/0,7$

En cas d'une charge de 70%, nous atteignons une vitesse d'environ 60% de la vitesse maximale du vérin.

## La consommation en air

Pour nous permettre de pouvoir déterminer le débit nécessaire à alimenter un vérin, il est important de pouvoir calculer la consommation d'air de ce vérin.

La consommation d'air d'un vérin double effet est calculée de la manière suivante.

$Q = A \times l \times (n \times 2) \times (p + 1)$

Description des grandeurs physiques utilisées:
Q = débit ($cm^3$/min)
A = la surface de piston ($cm^2$)
l = course du vérin (cm)
p = la pression de travail ($kg/cm^2$ = bar)
n = le nombre de cycles par unité de temps

Il est possible de recalculer le débit vers des l/min.
(1 l/min = 1.000 $cm^3$/min)

# BAREME

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Question 1-1** | 1 | **Question 5-3** | | **Question 8-2** | |
| **Question 1-2** | 1,75 | a) | 0,5 | **a)** | 2 |
| **Question 1-3** | 1,25 | b) | 1 | b) | 2 |
| **Question 1-4** | 3 | c) | 0,5 | c) | 2 |
| **Question 2-1** | 0,5 | d) | 0,5 | d) | 2 |
| **Question 2-2** | 0,75 | **Question 5-4** | | e) | 2 |
| **Question 2-3** | 1 | a) | 1,5 | f) | 2,5 |
| **Question 2-4** | 0,25 | b) | 1,5 | **Question 9** | 15 |
| **Question 2-5** | 0,5 | **Question 6-1** | 1,5 | | |
| **Question 3-1** | | **Question 6-2** | 10 | | |
| a) | 1 | **Question 6-3** | | | |
| b) | 1,5 | a) | 0,5 | | |
| **Question 3-2** | | b) | 0,75 | | |
| a) | 1 | c) | 0,25 | | |
| b) | 1,5 | **Question 6-4** | 3,5 | | |
| **Question 3-3** | 1,5 | **Question 7-1** | | | |
| **Question 4-1** | | **a)** | 3 | | |
| a) | 0,25 | b) | 3 | | |
| b) | 0,25 | **Question 7-2** | 4 | | |
| **Question 4-2** | 0,5 | **Question 7-3** | 4 | | |
| **Question 4-3** | 1 | **Question 7-4** | | | |
| **Question 5-1** | | a) | 2 | | |
| a) | 0,5 | b) | 2 | | |
| b) | 0,5 | c) | 2 | | |
| **Question 5-2** | | **Question 8-1** | | | |
| a) | 1 | a) | 2,5 | | |
| b) | 1 | b) | 2,5 | | |
| c) | 1 | c) | 2,5 | | |
| d) | 0,5 | | | | |

**[ Total sur 100 points ]**