

1ère PARTIE :

1-1 Cette étude est relative au fonctionnement de la machine d'insertion et à sa réalisation pour mieux comprendre le fonctionnement particulier de la station 15

Etude fonctionnelle de la station 15

Répondre sur le document **DR1**

- Sur le document **DT9**, Les liaisons suivantes : **L 7/8, L 7/4, L 14/18, L 14/8** sont définies comme des **liaisons encastrements**, tel que :
{4+7+8+12+14+18+20+21+22}={S1} forme une classe d'équivalence cinématique.

1-1-1) **Donner** la nature des surfaces fonctionnelles relatives aux assemblages suivantes : **L17/2, L {S1}/2 et L 10/{S1}**

1-1-2) **Remplir** les tableaux en indiquant les mobilités autorisées par les surfaces fonctionnelles des trois liaisons manquantes dans le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$. **Indiquer**, le nom et l'axe directeur de chacune de ces liaisons.

1-1-3) **Compléter** le schéma cinématique plan proposé par la représentation normalisée des liaisons manquantes.

1-2 Cette étude à pour but de déterminer le temps de prise de deux pompes assemblées et de validé l'effecteur choisi.

Etude des graphes des positions de la station 15

Répondre sur le document **DR2**

Sur le document **DT5** et les graphes des positions du document **DT10**, on distingue les déplacements des unités horizontale et verticale de la **station 15** imposés par les cames **24** et **25** pour un tour de l'arbre **19** (cadence de la machine : 90 coups par minute).

1-2-1) **Déterminer** la position et l'état de l'unité horizontale qui autorise la saisie des pompes puis **colorier** sur le chronogramme de cette unité l'angle balayé par la came **25** ,pendant que l'unité occupe cette position.

1-2-2) **Déterminer**, la position et l'état de l'unité verticale qui autorise la saisie des pompes puis **colorier** sur le chronogramme de l'unité l'angle balayé par la came **24** ,pendant que l'unité occupe cette position.

1-2-3) **Compléter**, le chronogramme de la station 15 et **déterminer** l'angle balayé par les cames **24** et **25** qui autorise la saisie des pompes.
Relever l'angle balayé qui autorise la saisie des pompes ?
Calculer la durée autorisée pour cette tâche ?

.(Rappel : $T = \frac{1}{f}$, la période est l'inverse de la fréquence)

- 1-2-4) Les services techniques désirent remplacer le système de préhension des pompes par ventouses par des **pincers** du type FESTO HGP-10-A dont les caractéristiques sont données sur le document **DT11**
Ce choix vous paraît-il possible ? **Justifier** votre réponse.

2ème PARTIE :

2-1 Cette étude a pour objectif de valider le vérin de compensation **30** pour éviter le décollement du galet **23b** de la came **24** .

Etude dynamique de l'unité verticale {4+7+8+14+18+20+21+22}={18}={S1}

Hypothèses de l'étude :

- L'étude est menée dans le plan (K, \vec{x}, \vec{y})
- L'unité verticale est en **fin** de la phase déplacement au **point mort haut** (voir phase(**D2,E2**) sur le document **DT10**)
- L'étude est faite juste avant d'atteindre le point **E2** à la position $\theta = 270^\circ$ de la position de la came **24**.
- Les assemblages sont modélisés par des liaisons parfaites
- Accélération de la pesanteur : $\|\vec{g}\| = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

Données :

- La masse mobile et les appareillages sont évalués à : **15 Kg**
- L'étude du mécanisme à l'aide d'un logiciel à permis de déterminer l'accélération de l'unité verticale : $\|\vec{a}_{18/2}\| = 24,3 \text{ ms}^{-2}$
- Nous admettons que les actions mécaniques agissantes sur la partie mobile sont les suivantes :

Action de la pesanteur sur l'unité verticale **{18}**, **glisseur d'axe** $G_{\vec{y}}$

Action de l'axe du vérin **30** sur le support d'axe de rotule **20**, **glisseur d'axe** $H_{\vec{y}}$

Action du galet **23a** sur le poussoir **22**, **glisseur d'axe** $I_{\vec{y}}$

Action du support principal **2** sur la colonne principale **18** (Liaison glissière d'axe $K_{\vec{y}}$) :

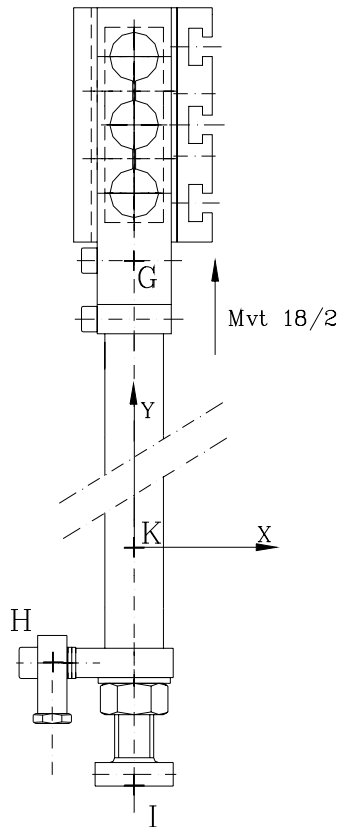
$$\{\mathcal{S}_{2 \rightarrow 18}\}_K = \begin{Bmatrix} \vec{K}_{2 \rightarrow 18} \\ \vec{M}_{K \rightarrow 18} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} X_{K2 \rightarrow 18} & L_{K2 \rightarrow 18} \\ 0 & M_{K2 \rightarrow 18} \\ Z_{K2 \rightarrow 18} & N_{K2 \rightarrow 18} \end{Bmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

Coordonnées des points (en mm)

$\begin{array}{c} 0 \\ K \end{array}$	$\begin{array}{c} -42 \\ H \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0 \\ I \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0 \\ G \\ 186 \\ 0 \end{array}$
---------------------------------------	--	--	---

Etude dymanique de {S1}={18}

Répondre sur feuille de copie en rappelant le numéro des questions



2-1-1) **Isoler** l'unité verticale {18} et **établir** le bilan des actions mécaniques extérieures.

2-1-2) Enoncer le **principe fondamental de la dynamique** pour un mouvement de translation rectiligne d'axe $K\vec{y}$.

2-1-3) **Ecrire** l'équation de projection de la **résultante dynamique** sur l'axe $K\vec{y}$.

2-1-4) **Déterminer** l'action minimale exercée par le vérin 30 pour éviter le décollement du galet 23b sur la came 24 : (Soit $\vec{I} 23a \rightarrow 22 = \vec{0}$)

2-1-5) A partir des caractéristiques du constructeur du vérin 30 (voir document DT11), Le choix du vérin effectué par le constructeur convient-il ? **Justifier** votre réponse.

3ème PARTIE :

3-1 Cette étude à pour objectif de valider le choix des galets 23 .

A) Equilibre du levier {26+23a+23b}={26}

Méthode de résolution analytique, répondre sur feuille de copie en rappelant le numéro des questions

Hypothèses de l'étude :

- L'étude est menée dans le plan (O, \vec{y}, \vec{z})
- L'unité verticale est au **point mort bas** (voir phase(C2,D2) sur le document DT10)
- Le poids des pièces est négligeable par rapport aux actions mécaniques.
- Les assemblages sont modélisés par des liaisons parfaites
- Unités utilisées : **N, mm, et N.mm**

Données du problème :

Des études précédentes ont permis de déterminer :

l'action du poussoir **22** sur le galet **23a** :

$$\{\mathfrak{T}_{22 \rightarrow 23a}\} = \begin{Bmatrix} \vec{A}_{22 \rightarrow 23a} \\ A \vec{M}_{A 22 \rightarrow 23a} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -370 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

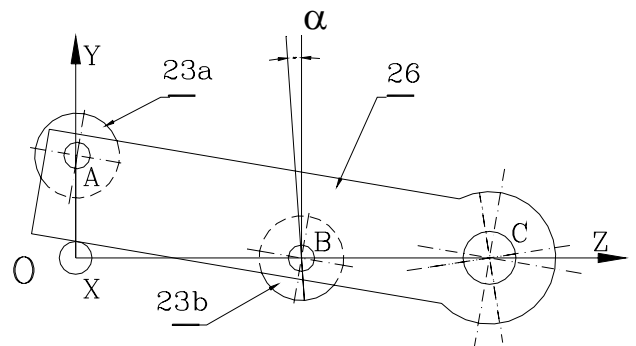
L'action de la came **24** sur le galet **23b** est modéliser par le torseur suivant :

$$\{\mathfrak{T}_{24 \rightarrow 23b}\} = \begin{Bmatrix} \vec{B}_{24 \rightarrow 23b} \\ B \vec{M}_{B 24 \rightarrow 23b} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{B 24 \rightarrow 23b} & 0 \\ Z_{B 24 \rightarrow 23b} & 0 \end{Bmatrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

$$\text{tel que } \tan \alpha = \frac{Z_{B 24 \rightarrow 23b}}{Y_{B 24 \rightarrow 23b}} = -0,07$$

Coordonnées des points (en mm)

$$\begin{array}{c|c|c|c} 0 & 0 & 0 & 0 \\ O & A & B & C \\ 0 & 38 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 84 & 156 \end{array}$$



3-1-1) **Ecrire** les composantes du torseur des actions mécaniques transmissibles par l'assemblage entre le levier **26** et le support principal **2** au point **C** dans le cadre des hypothèses de l'étude ?

3-1-2) **Appliquer** le principe fondamental de la statique au point **C** et en **déduire** uniquement les équations permettant de déterminer l'action de la came **24** sur le galet **23b** (ne pas résoudre)?

B) Etude de la pression de contact de la came 24 sur le galet 23b

Données complémentaires :

- Dimensions du galet **23b** : rayon **R1=16 mm** , largeur de contact **L=10 mm**
- Rayon de la came à la position du contact : **R2=70 mm**
- Action mécanique normale au contact came **24** et galet **23b** après résolution des équations précédentes $\|\vec{B}_{24 \rightarrow 23b}\| = 1000N$
- Pression de contact admissible $P_{admissible} = 1600Mpa$
- Module d'élasticité longitudinale : $E_{24} = E_{23b} = 200000Mpa$
- Relation de **HERTZ** pour les contacts entre roues cylindriques

$$P_{Maxi} = 0.6 \sqrt{\frac{\|\vec{B}_{24 \rightarrow 23b}\| \times C}{L \times \mathcal{E}}} \quad \text{tel que} \quad C = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \right)$$

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_{24}} + \frac{1}{E_{23b}} \right)$$

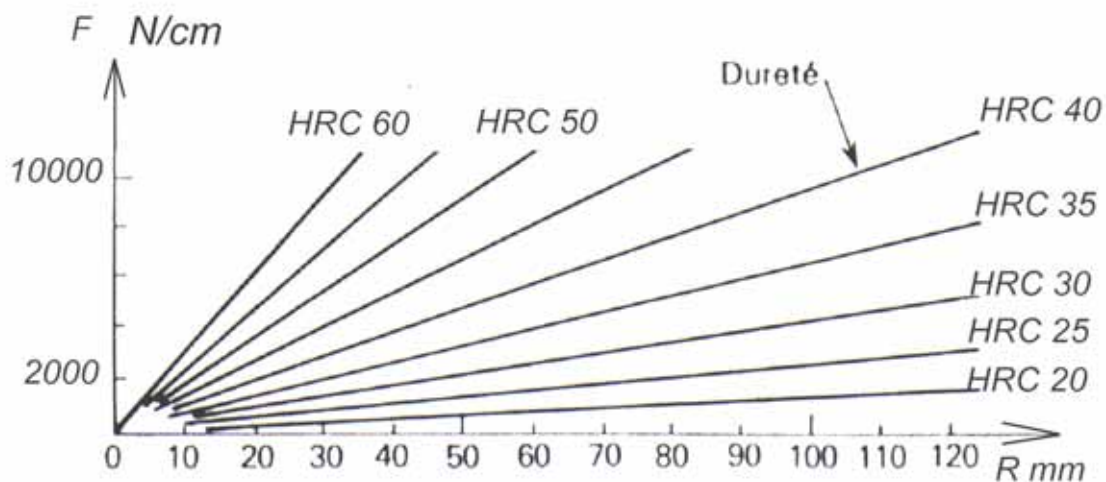
3-1-3) **Déterminer** la pression maximale de contact par la relation ci-dessus ?

C) Choix du matériau de la came 24 sur le galet 23b

Données complémentaires :

- Pour le choix du matériau de la came **24**, nous prendrons les données de la question précédente.
- Le matériau du galet **23b** est en acier **100 Cr 6**

3-1-4) **Déterminer** la valeur de la dureté en Rockwell (*HRC*) de la came **24** à partir du graphique donné ci-dessous :



Ce diagramme donne la dureté Rockwell (*HRC*) à partir des rayons variables **R** et de l'effort admissible **F** par unité de largeur de la came.

3-1-5) **Choisir** à partir de la dureté obtenue à la question précédente une désignation du matériau pour la came **24** dans le tableau ci-dessous, **justifier** votre choix.

Matériau de la came	Contrainte de compression maximale
1 Acier C22 (XC18) cémenté sur 1 mm, trempé dureté 50-58 HRC	1800 Mpa
2 Acier 50 Cr Mo 4 (50CD4) traité à dureté 26-30 HRC	1750 Mpa
3 Acier 40 Mn 7 (40M7) trempé par induction dureté 45-55 HRC	1600 Mpa
4 Acier 40 Ni Cr Mo 7 (40NCD7) trempé par induction dureté 50-55 HRC	1800 Mpa
5 Acier 40 Cr Al Mo 6-12 (40CAD6-12) trempé, revenu, nituré sur 0.8 mm dur 55 HRC	2000 Mpa

3-2 Cette étude a pour objectif de déterminer le comportement du dispositif de maintien de contact du galet **23a** avec le poussoir **22** et du galet **23b** avec la came **24**.

Equilibre du vérin {30}

Méthode de résolution au choix du candidat, répondre sur feuille de copie en rappelant le numéro des questions

Hypothèses de l'étude :

- L'étude est menée dans le plan (B, \vec{y}, \vec{z})
- L'unité verticale est au **point mort haut** (voir document **DT10**)
- Le poids des pièces est négligeable par rapport aux actions mécaniques.
- Les assemblages sont modélisés par des liaisons parfaites
- Unités utilisées : **N, mm** .

Données du problème :

La tige du vérin **30** est en position sortie, l'unité verticale **{18}** est immobile :

3-2-1) **Colorier**, sur le document **DR3** l'ensemble des pièces liées complètement au corps de vérin **30** et à sa tige, au support **20** et au support inférieure **33** .

Pour la suite de l'étude, ces **3 ensembles** seront identifiés comme étant les classes d'équivalence cinématique suivantes :

{30} couleur ROUGE

{20} couleur BLEUE

{33} couleur VERTE.

3-2-2) **Décrire** les solutions constructives représentées sur le document **DR3** réalisant les assemblages de centre **A** et **B** .

3-2-3) **Isoler** **{30}** défini ci-dessus, en **déduire** la direction de l'action mécanique. $\vec{B}_{20 \rightarrow 30}$

puis **calculer** l'angle α que fait cette direction avec l'axe \vec{y}

3-2-4) La pression de travail est de : $0,6 \text{ Mpa}$, la documentation

FESTO **DT11** nous donne la composante de $\vec{B}_{20 \rightarrow 30}$ suivant \vec{y} égale à : $-247,4 \text{ N}$

Calculer la composante de $\vec{B}_{20 \rightarrow 30}$ suivant \vec{z}

3-2-5) **Rechercher** sur le document FESTO **DT11** à quelle caractéristique correspond cette composante suivant \vec{z}
Le vérin est-il utilisé dans des conditions satisfaisantes, **justifier**.

4ème PARTIE :

4-1 Cette étude propose une modification du montage du vérin {30}.

Suite aux résultats de l'étude précédente on constate qu'il existe une composante transversale agissant sur la tige du vérin. Cette composante associée à la fréquence de fonctionnement et au mouvement relatif de la tige du vérin entraînera rapidement sa destruction.

Etude de conception

Pour supprimer cette action transversale, la solution qui a été retenue est de modifier la forme du support de rotule inférieur **33** entre le corps du vérin {30} et le bâti machine **1** suivant la proposition du schéma sur le document réponse **DR4**.

Les choix technologiques restent les mêmes :

Vérin {30} (FESTO DSNU 25-80 PA)

Rotule **27** (rotule radiale)

Etude des solutions constructives (voir document **DT12**)

- Le **pivot** entre le support **33** et le corps du vérin {30} sera réalisé par **deux** rotules **27** Les arrêts en translation seront réalisés par l'utilisation **d'anneaux élastiques**
Entretoises, etc....
- La **liaison complète** démontable du nouveau support **33** avec le bâti machine **1** sera réalisée par **deux** vis d'assemblage.

4-1-1) **Réaliser** sur le document **DR4** à l'échelle **1 :1**

La conception des liaisons définies ci-dessus :

- **Indiquer** la nature des ajustements nécessaires à la réalisation du guidage en rotation.

4-1-2) **Représenter** sous la forme d'un croquis en perspective cavalière à main levée la forme de la nouvelle pièce **33** support des rotules **27**.
Mode de fabrication : usinage complet de la pièce

- **Indiquer** sur ce croquis (*sans les chiffrer*) les cotes nécessaires à la réalisation du modèle volumique informatique du support **33** .

4-2 Cette étude propose l'étude fonctionnelle de l'assemblage des éléments de la liaison de centre **B**.

Répondre sur le document **DR5**

4-2-1) **Compléter** le tableau définissant les contraintes d'assemblage entre les différentes pièces réalisant la liaison de **centre B** de la manière suivante (Voir les documents **DT8** et **DR5**) :

- **Colorier** en *ROUGE* pour chaque couple de pièces à assembler la surface fonctionnelle de l'assemblage.

Exemple : La *LONGUEUR* « *X* » commun entre le couple de pièces **(29-30)**.

Colorier les surfaces communes
aux pièces **29** et **30**

- **Définir** la contrainte géométrique nécessaire à la réalisation de l'assemblage obtenu .

Exemple : La *contrainte géométrique* entre le couple de pièces **(29-30)** est la *COAXIALITE* .

Réponse à écrire à la case supérieure commune
aux pièces **29** et **30**

- **Donner** la nature de la surface fonctionnelle nécessaire à la réalisation de l'assemblage.

Exemple : La *nature de la surface fonctionnelle* nécessaire à l'assemblage du couple de pièces **(29-30)** est un *FILETAGE*.

Réponse à écrire à la case inférieure commune
aux pièces **29** et **30**