

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Étude et Définition de Produits Industriels

Épreuve E1 - Unité U 11

Étude du comportement mécanique d'un système technique

SESSION 2019

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences sur lesquelles porte l'épreuve :

- C 12 : Analyser un produit
- C 13 : Analyser une pièce
- C 21 : Organiser son travail
- C 22 : Étudier et choisir une solution

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation pages : 2/16 à 5/16
- Dossier travail pages : 6/16 à 16/16

Documents à rendre par le candidat :

- Pages : 6/16 à 16/16

Il est conseillé au candidat de prévoir 20 min pour la lecture du sujet.
Le dossier travail comporte des indications de temps pour traiter chacune des parties.

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisée.
Documents personnels autorisés

| | | | |
|--|------------------------------|------------------------|------------------|
| BAC PRO E.D.P.I. | Code : 1906-EDP ST 11 | Session 2019 | SUJET |
| Épreuve E1 U11 : Étude du comportement mécanique d'un système technique | Durée : 3 heures | Coefficient : 3 | Page 1/16 |

DOSSIER DE PRÉSENTATION

I. Présentation de l'entreprise PSA du site de Caen :

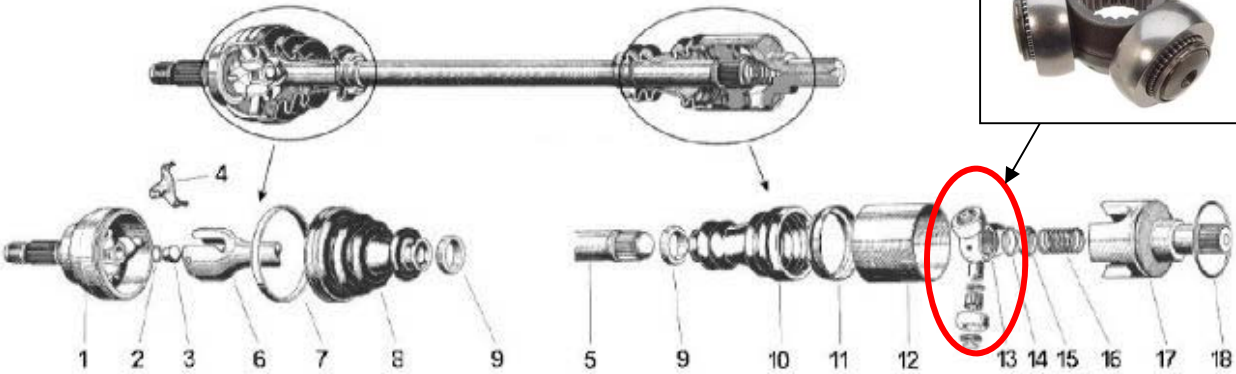
L'usine PSA Peugeot Citroën de CAEN a accumulé, en près de 50 ans, un savoir-faire important et reconnu dans la production d'organes mécaniques complexes composant les liaisons au sol des véhicules automobiles.

L'objet de l'étude porte sur le système de préhension de trois tri-axes, éléments appartenant à l'arbre de transmission d'un véhicule de série.

Situation de l'arbre de transmission sur un véhicule :



Liste des pièces constituant l'arbre de transmission :



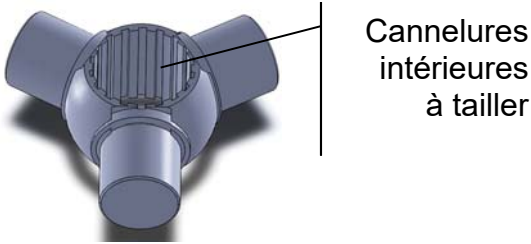
| | | | |
|---|------------------|----|------------------------|
| 1 | bol fusée | 10 | soufflet |
| 2 | cale | 11 | entretoise |
| 3 | champignon | 12 | capot tôle |
| 4 | étoile d'ancrage | 13 | bloc tripode |
| 5 | arbre | 14 | circlips |
| 6 | tulipe | 15 | coupelle |
| 7 | bague | 16 | ressort |
| 8 | soufflet | 17 | tulipe à arbre cannelé |
| 9 | bracelet | 18 | Joint torique |

II. Présentation de la réalisation du tri-axe :

Les tri-axes bruts de moulage sont fournis par un sous-traitant. La réalisation des différents usinages s'effectue au sein de la société PSA.

Ces usinages s'effectuent sur trois postes de travail distincts :

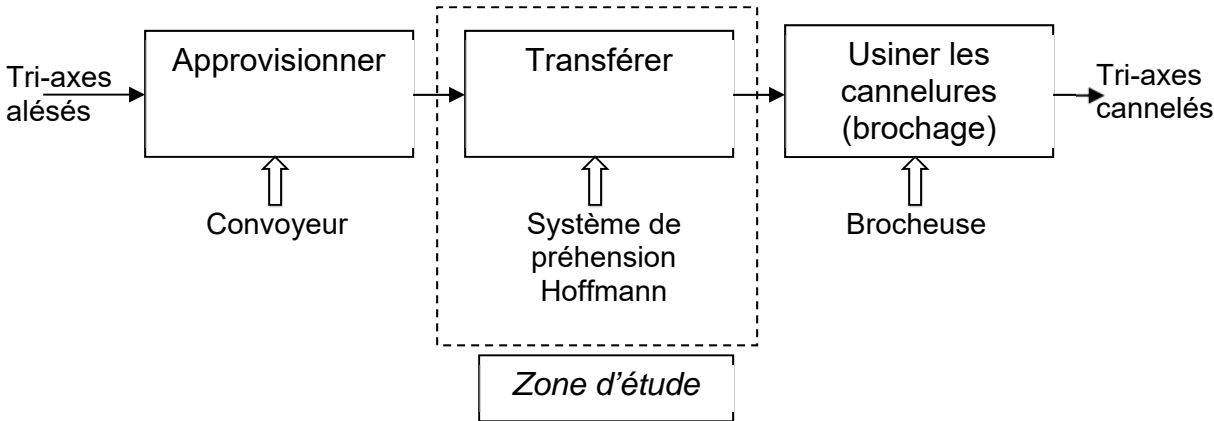
- Poste 1 : Usinage de l'alésage.
- Poste 2 : Usinage des cannelures (par brochage).
- Poste 3 : Usinage des axes.



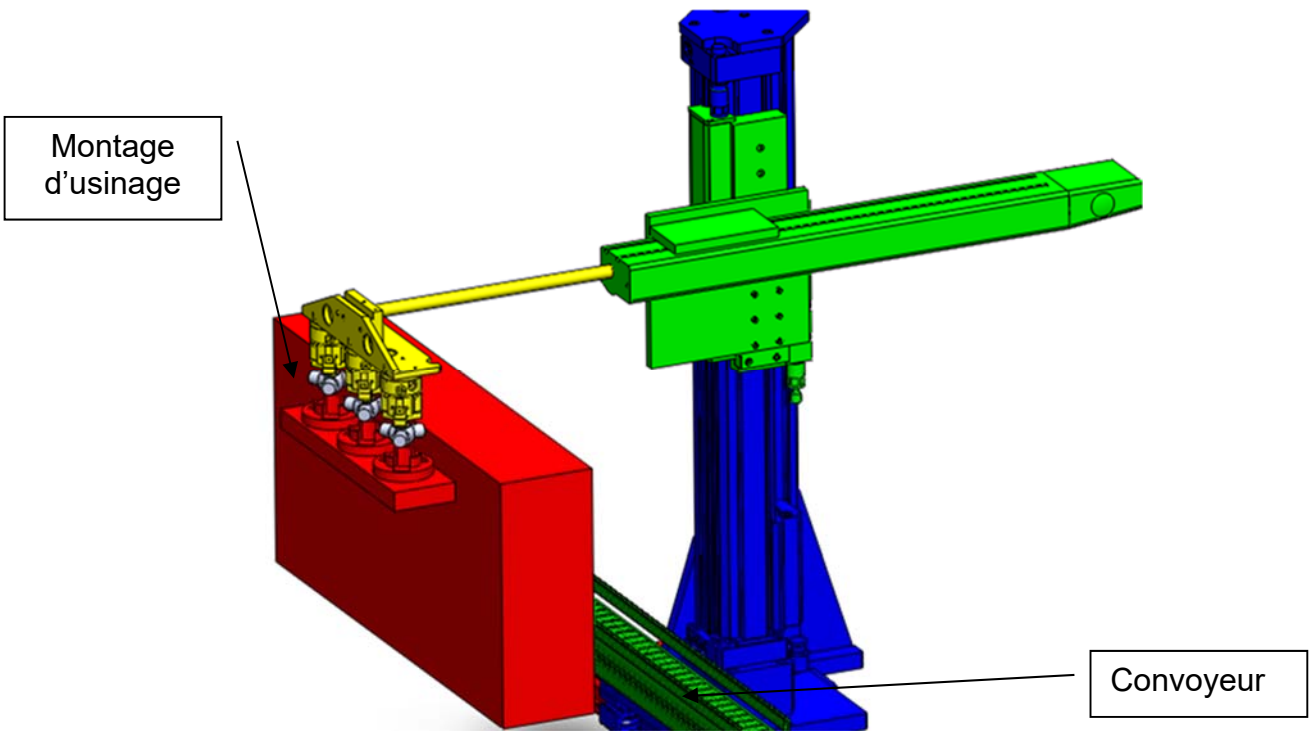
Nous nous intéresserons au poste 2.

Les tri-axes sont acheminés par un convoyeur sous le système de préhension Hoffmann. Ce dernier prend les pièces pour les déposer sur le montage d'usinage de la brocheuse.

Structure du poste 2 :



Nous étudierons plus particulièrement le système de préhension Hoffmann.



III. Problématique :

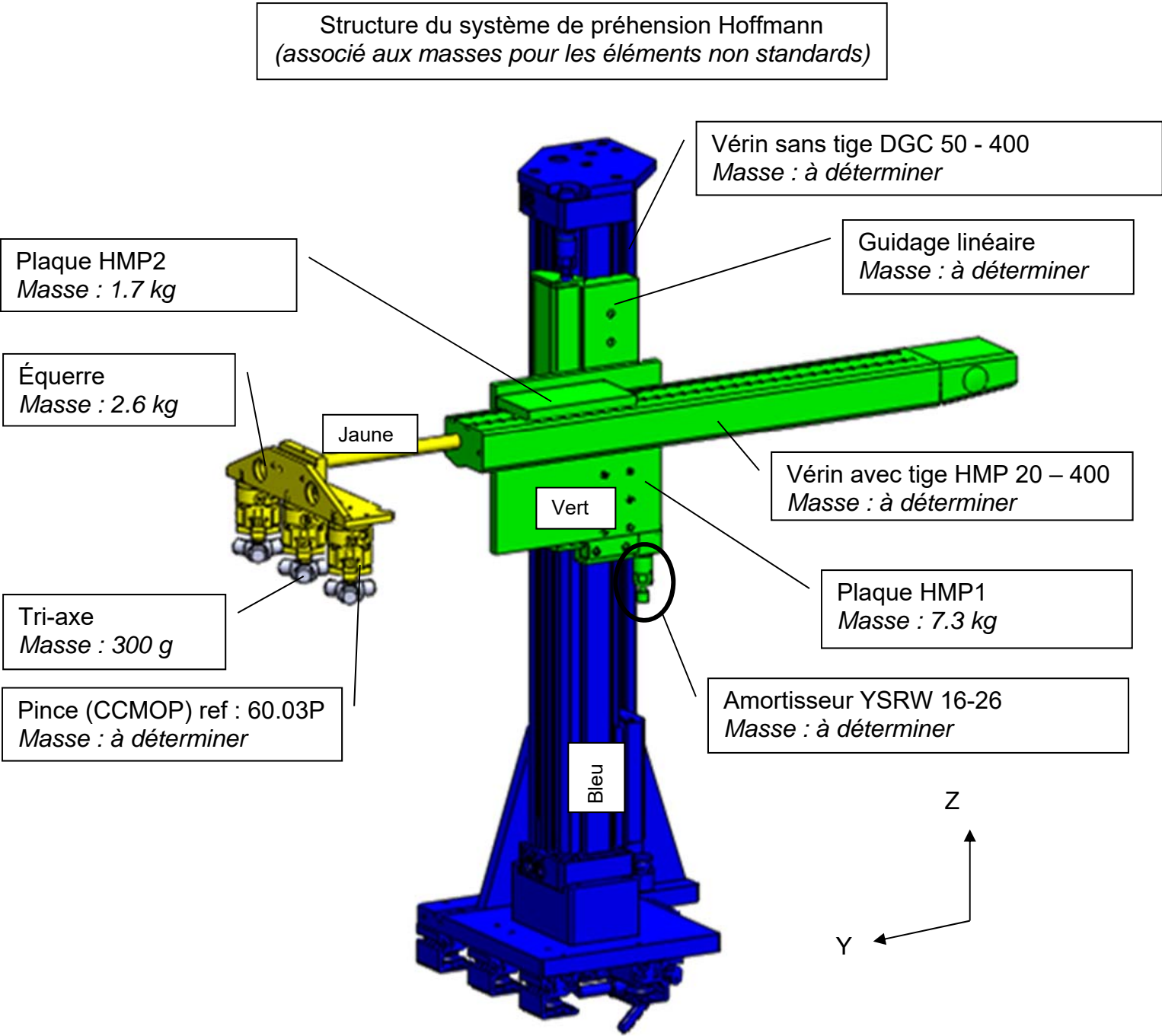
Après de nombreuses années de fonctionnement, on constate actuellement que les tri-axes ne sont plus correctement positionnés sur le montage d'usinage. Une analyse des causes a mis en évidence une usure du système de préhension et plus spécifiquement des vérins et guidages linéaires qui le composent.

Afin de maîtriser les coûts, il est envisagé de remplacer les vérins défectueux. Cependant, les vérins actuels ne sont plus proposés au catalogue du fournisseur.

Un choix de nouveaux vérins, au regard du cahier des charges, s'impose et nécessite d'être validé avant de lancer la commande.

IV. Cahier des charges fonctionnel du système de préhension :

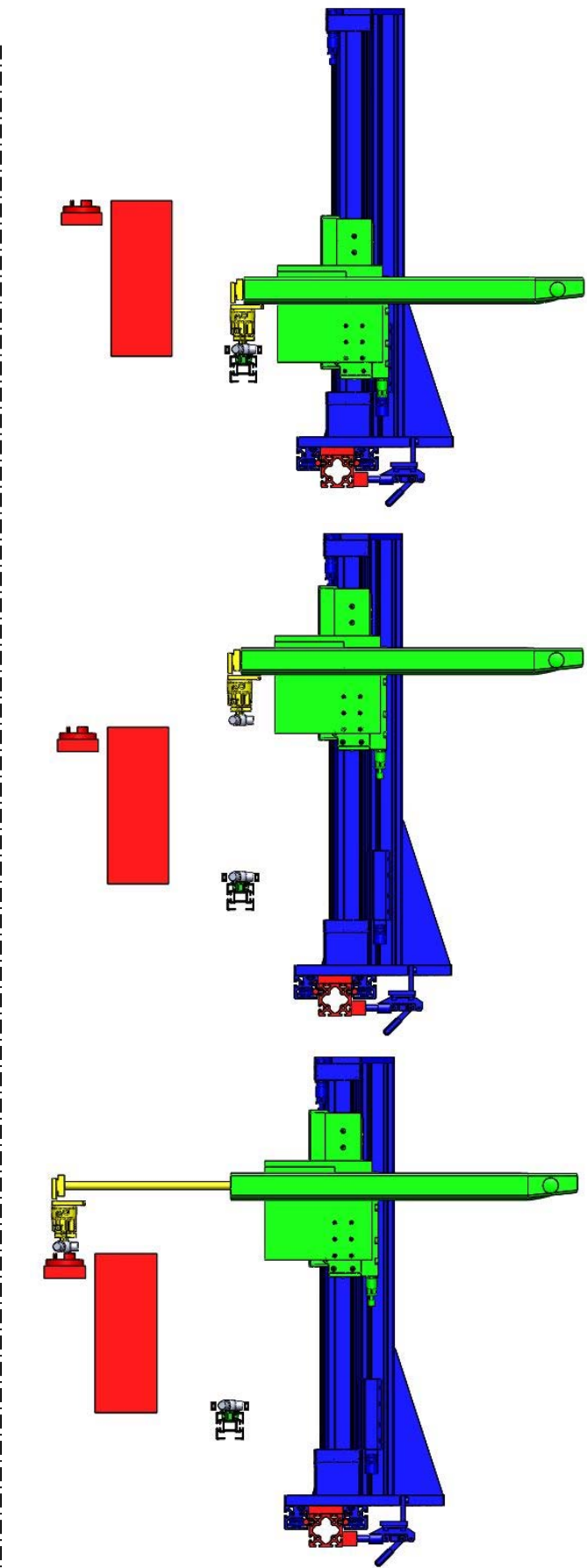
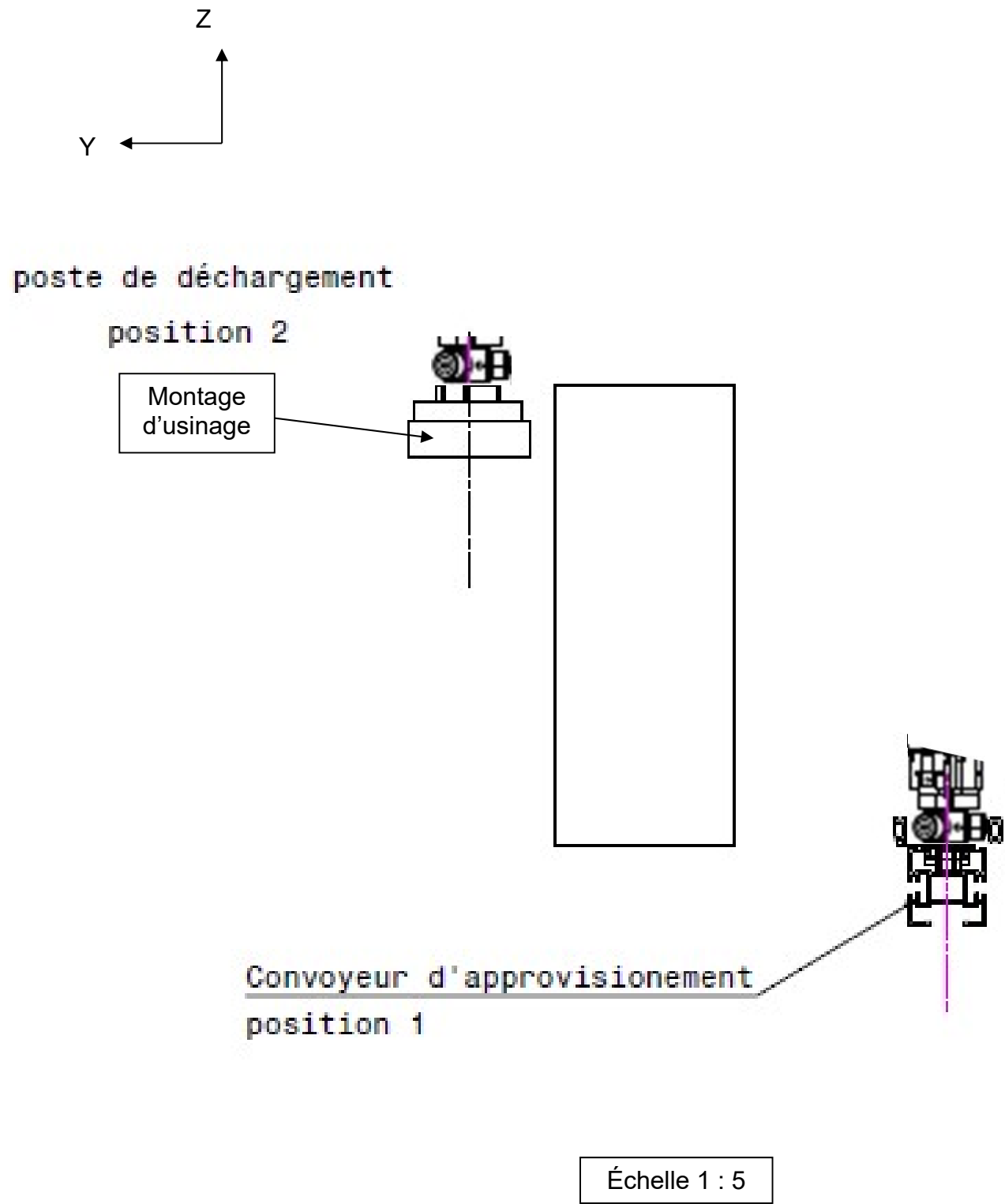
- Conservation du convoyeur et du montage d'usinage tels qu'implantés initialement.
- Pression d'alimentation des vérins : $p = 6 \text{ bars}$ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$).
- Temps de cycle : $t_c = 15,6 \text{ s}$.
- Axe Y :
 - Course utile : à relever sur le plan (page 5/16).
 - Temps de référence (ancien vérin) : 0,66 s.
 - Flèche (axe sorti) : $f_{\text{maxi}} = 0,5 \text{ mm}$.
- Axe Z :
 - Course utile : à relever sur le plan (page 5/16).
 - Temps de référence (ancien vérin) : 0,8 s.
- Masse d'un tri-axe : $m = 300\text{g}$.
- Condition positionnement vertical tri-axe / montage d'usinage : $j = 1 \text{ mm}$.



SYSTÈME DE PRÉHENSION HOFFMANN

(Représenté sans les anciens vérins et guidages linéaires)

Vue de face



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

| | | | |
|--|--|--|--|
| Académie : | | Session : | |
| Examen : | | Série : | |
| Spécialité/option : | | Repère de l'épreuve : | |
| Épreuve/sous épreuve : | | | |
| NOM : | | | |
| (en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse) | | | |
| Prénoms : | | N° du candidat | |
| Né(e) le : | | (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel) | |

Note :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

| Parties à traiter | Temps conseillé |
|---|-----------------|
| Lecture du sujet | 20 minutes |
| I. Repérage des éléments : page 7/16 | 5 minutes |
| II. Étude cinématique préliminaire : page 7/16 | 10 minutes |
| III. Vérification du vérin DGC 50 - 400 d'un point de vue cinématique : page 8/16 | 60 minutes |
| IV. Vérification du vérin DGC 50 - 400 d'un point de vue dynamique : page 11/16 | 45 minutes |
| V. Vérification du vérin DGC 50 - 400 d'un point de vue statique : page 13/16 | 10 minutes |
| VI. Vérification du vérin HMP 20 - 400 d'un point de vue statique : page 14/16 | 10 minutes |
| VII. Étude de la fixation du vérin HMP 20 - 400 sur le support vérin : page 15/16 | 15 minutes |
| VIII. Vérification de la rigidité du vérin HMP 20 - 400 : page 16/16 | 5 minutes |

DOSSIER
DE
TRAVAIL

Le candidat répond directement sur ce dossier de travail. Celui-ci sera rendu dans son intégralité aux surveillants à la fin de l'épreuve.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Pour faciliter l'étude, nous allons, dans un 1^{er} temps, nous intéresser aux différents éléments qui composent le système.

I. Repérage des éléments :

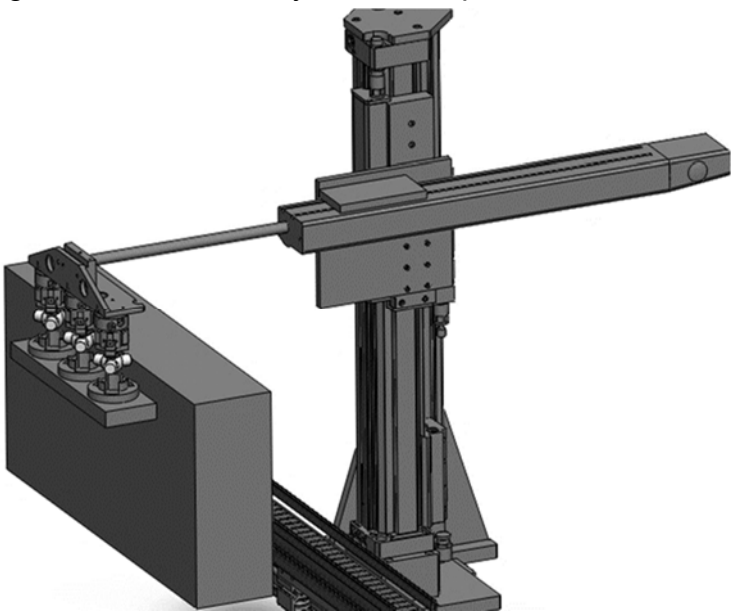
Q1. **Entourer**, précisément sur l'image ci-dessous, le système de préhension Hoffmann support de l'étude.

Q2. **Déterminer** le nombre de vérins composant le système de préhension Hoffmann :

.....

Q3. **Déterminer** le nombre de tri-axes étant transportés en même temps :

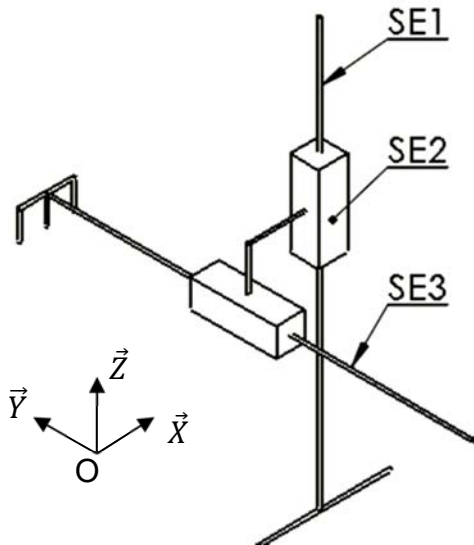
.....



II. Étude cinématique préliminaire :

D'après le schéma cinématique du système Hoffmann en situation ci-contre, répondre aux questions suivantes :

Q4. **Colorier** les différentes classes d'équivalences en repassant les traits existants du schéma cinématique ci-contre, selon le code couleurs imposé en page 4/16.



Étude de la liaison SE2 / SE1 :

Q5. **Compléter**, ci-dessous, le tableau des degrés de liberté pour la liaison SE2/SE1 dans le repère (O, X, Y, Z).

0 : mouvement impossible
1 : mouvement possible

| T | | R | |
|------------------|--|------------------|--|
| T _x = | | R _x = | |
| T _y = | | R _y = | |
| T _z = | | R _z = | |

Q6. **Indiquer** le nom de cette liaison en précisant son axe :

.....

Étude de la liaison SE3 / SE2 :

Q7. **Compléter**, ci-dessous, le tableau des degrés de liberté pour la liaison SE3/SE2 dans le repère (O, X, Y, Z).

0 : mouvement impossible
1 : mouvement possible

| T | | R | |
|------------------|--|------------------|--|
| T _x = | | R _x = | |
| T _y = | | R _y = | |
| T _z = | | R _z = | |

Q8. **Indiquer** le nom de cette liaison en précisant son axe :

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

On se propose, dans un 1^{er} temps, de valider le choix du nouveau vérin DGC 50 – 400.

III. Vérification du vérin DGC 50 – 400 d'un point de vue cinématique :

Q9. **Mesurer**, sur le dessin d'ensemble page 5/16 la course utile de ce vérin :

.....

Q10. En vous basant sur l'extrait de catalogue fournisseur ci-dessous, **décoder** la référence du vérin choisi :

50 :

400 :

Vérin sans tige DGC-KF, avec guidage à recirculation de billes

FESTO

Références – éléments modulaires

| Mentions obligatoires | | | | | | |
|---------------------------|----------|-------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------|
| Code du système modulaire | Fonction | Ø de piston | Course | Guidage | Amortissement | Détection de position |
| 530 906 | DGC | 8 | 1 ... 5 000 | KF | P PPV YSR YSRW | A |
| 530 907 | | 12 | | | | |
| 532 446 | | 18 | | | | |
| 532 447 | | 25 | | | | |
| 532 448 | | 32 | | | | |
| 532 449 | | 40 | | | | |
| 532 450 | | 50 | | | | |
| 532 451 | | 63 | | | | |
| Exemple de commande | | | | | | |
| 530 907 | DGC | - 12 | - 250 | - KF | - YSRW | - A |

Figure 1 : Extrait de la page 58 du catalogue fournisseur FESTO du vérin sans tige DGC

Q11. La course du vérin choisie est-elle suffisante ? **Justifier**.

.....
.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Afin de déterminer la vitesse en régime établi de ce vérin, il est nécessaire de connaître au préalable la masse à déplacer. Cette dernière se compose des éléments cités dans le tableau ci-dessous.

Q12. **Compléter** le tableau en recherchant les informations sur la page 4/16 ou dans les extraits de catalogues fournisseurs des pages suivantes :

| | Désignation | Nombre | Masse (kg) | Masse totale (kg) |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|------------|-------------------|
| Pièces fabriquées | Tri-axe | | | |
| | Équerre | | | |
| | Plaque HMP1 | | | |
| | Plaque HMP2 | | | |
| Composants | Pince 60.03P | | | |
| | Module linéaire HMP 20 – 400 – AD | | * | |
| | Amortisseur YSRW 16-26 | | | |
| * Voir explications page 9/16 | | | Total | Kg |

| MODÈLE | Course par mors Δ (mm) | Force (N) F6+R | Force (N) F0+R | Temps d'ouverture (seconde) | Temps de fermeture (seconde) | Cylindrée (cm³) | Masse (kg) | F | H |
|------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------------|------|------|
| 60.03.P | 5 | 678 | 172 | 0,02 | 0,02 | 12 | 0,60 | 5,5 | 8 |
| 60.03.P.C | 8 | 422 | 107 | | | | | 8,5 | 11 |
| 80.03.P | 6,5 | 1888 | 617 | 0,02 | 0,02 | 35 | 0,97 | 6,8 | 10,8 |
| 80.03.P.C | 10 | 1219 | 398 | | | | | 10,2 | 14,2 |
| 110.03.P | 10 | 2667 | 941 | 0,03 | 0,03 | 87 | 2,35 | 10,5 | 15 |
| 110.03.P.C | 15 | 1979 | 628 | | | | | 15,5 | 20 |

Figure 2 : Extrait de la page D34 du catalogue fournisseur CCMOP de la pince 60.03P

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Modules linéaires HMP

Fiche de données techniques

FESTO

| Poids [g] | | 16 | 20 | 25 | 32 |
|---|---------------------|-------|-------|-------|--------|
| Ø de piston | | | | | |
| Poids du produit | pour 0 mm de course | 2 100 | 4 700 | 6 300 | 10 900 |
| | par 10 mm de course | 88 | 110 | 150 | 200 |
| Masse déplacée | pour 0 mm de course | 900 | 1 500 | 2 300 | 4 000 |
| | par 10 mm de course | 28 | 37 | 55 | 74 |
| Culasse arrière | HMP...-AD | 180 | 270 | 300 | 400 |
| | HMP...-EL | 210 | 300 | 330 | 430 |
| Unité de blocage HMP...-KP pour la course utile | 50 mm | 109 | 114 | - | - |
| | 100 mm | 120 | 125 | - | - |
| | 150 mm | 131 | 136 | - | - |
| | 200 mm | 142 | 147 | - | - |
| | 250 mm | 153 | 158 | - | - |
| | 320 mm | 168 | 173 | - | - |
| | 400 mm | - | 191 | - | - |

Figure 3 : Extrait de la page 9 du catalogue fournisseur FESTO du module linéaire HMP

* Le tableau ci-dessus permettant de calculer la masse du module linéaire HMP est à interpréter de la manière suivante :

Exemple : un module HMP 16-200-EL aurait pour masse :

$$m = 2100 + 20 \times 88 + 900 + 20 \times 28 + 210 + 142$$

9 Caractéristiques techniques

| YSRW | 5-8 | 7-10 | 8-14 | 10-17 | 12-20 | 16-26 | 20-34 |
|---|---|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| Longueur d'amortissement (s) [mm] | 8 | 10 | 14 | 17 | 20 | 26 | 34 |
| [6] (→ Fig. 3) | | | | | | | |
| Mode de fonctionnement | à simple effet, par pression | | | | | | |
| Amortissement | autoréglable, courbe caractéristique faible | | | | | | |
| Position de montage | indifférente | | | | | | |
| Filetage | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M22 | M26 |
| Pas [mm] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| Ouverture de clé | | | | | | | |
| Contre-écrou [mm] | 10 | 13 | 15 | 17 | 19 | 27 | 32 |
| Boîtier [mm] | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 20 | 24 |
| Vitesse d'impact [m/s] | 0,1 ... 2 | 0,1 ... 3 | | | | | |
| Poids du produit [g] | 8 | 18 | 34 | 54 | 78 | 190 | 330 |
| Température ambiante [°C] | -10 ... +80 | | | | | | |
| Temps de rappel pour temp. amb. | ≤ 0,2 | | | ≤ 0,3 | | | |
| Effort de rappel F ₁ [N] | 0,9 | 1,2 | 2,5 | 3,5 | 5 | 6 | 10 |
| Force de compression F ₂ [N] | 7,5 | 10 | 18 | 25 | 35 | 60 | 100 |
| Force d'impact max. en fin de course [kN] | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1 | 2 | 3 |

Figure 4 : Extrait de la page 3/4 du catalogue fournisseur FESTO de l'amortisseur YSRW 16-26

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Afin de tenir compte d'une marge de sécurité, nous considérerons déplacer une charge de 30 kg avec le vérin DGC 50 – 400.

L'abaque ci-dessous, extrait du catalogue fournisseur, donne la vitesse maximale de déplacement du vérin en fonction de la charge déplacée.

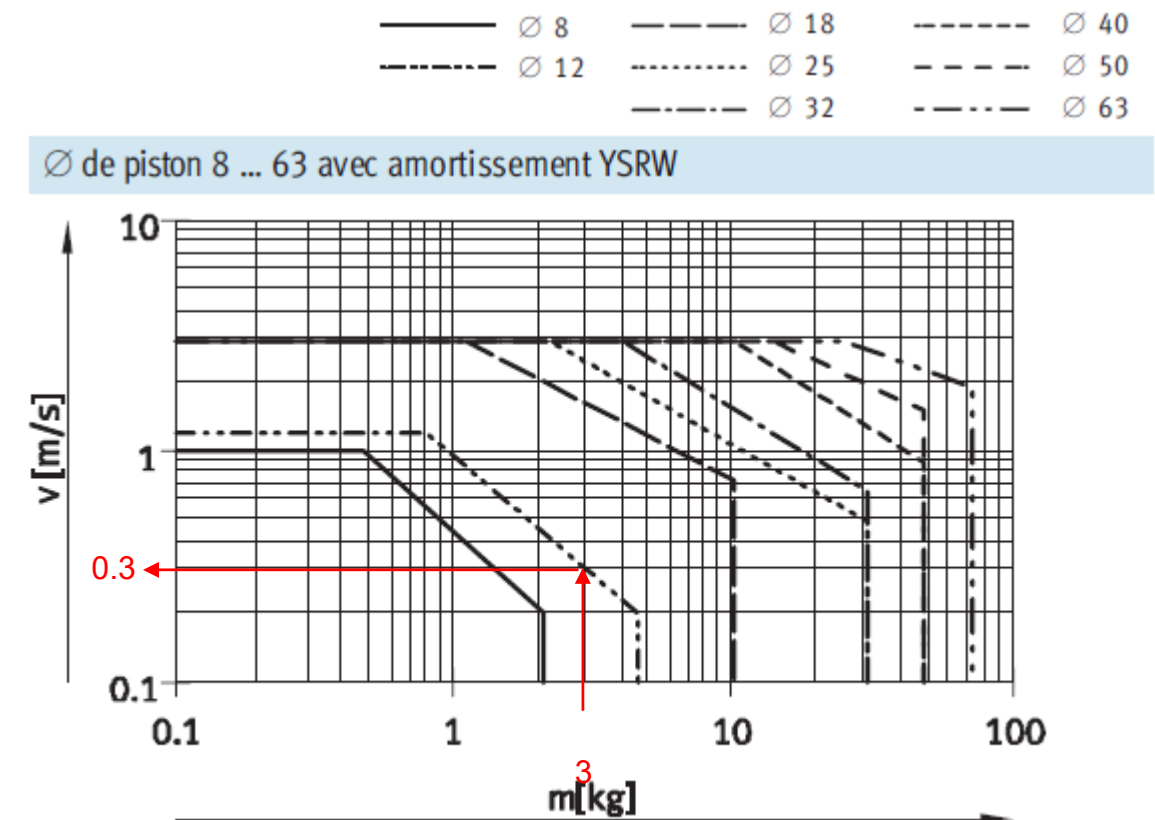


Figure 5 : Extrait de la page 47 du catalogue fournisseur FESTO du vérin sans tige DGC

Exemple : pour une charge de 3 kg et un vérin DGC 12, le diagramme donne $V=0,3\text{m/s}$.

Q13. Déterminer, d'après cet abaque, la vitesse maxi du vérin DGC 50 – 400 :

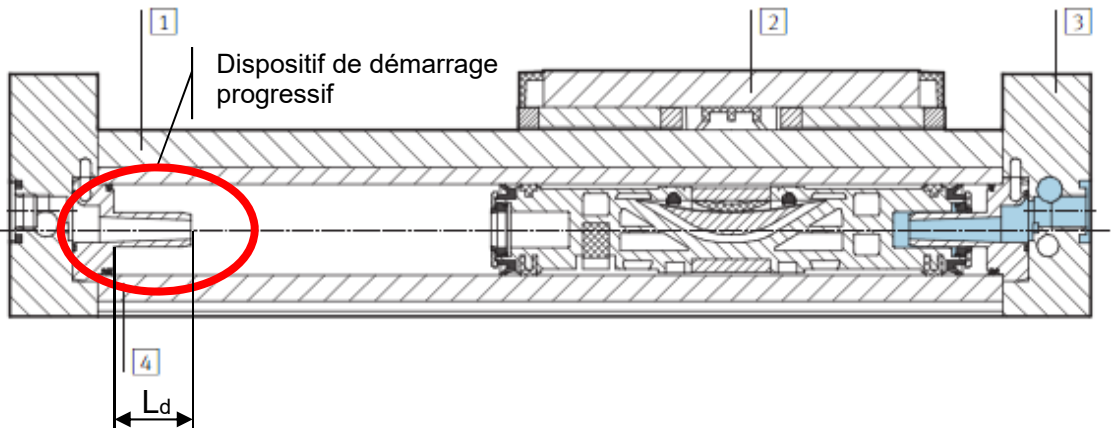
V =

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Étudions à présent les différentes phases caractérisant le mouvement du vérin :

Coupe du vérin :



Le vérin est équipé d'un système permettant un démarrage progressif (voir ci-dessus).
Sur le vérin DGC 50 – 400 la longueur de démarrage est de $L_d = 41$ mm.

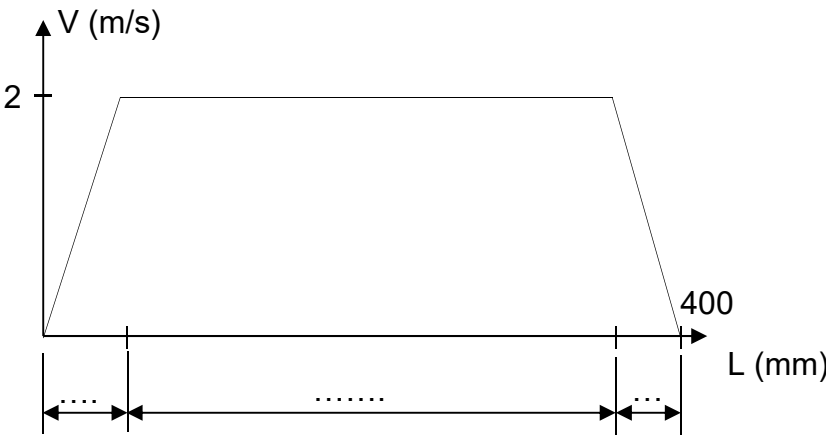
Il est par ailleurs préconisé d'adjoindre un système d'amortissement en fin de course pour protéger le vérin et accroître ainsi sa longévité. Le choix s'est porté ici sur un amortisseur YSRW 16-26.

Q14. À partir de la désignation de l'amortisseur de vérin YSRW 16-26, relever la longueur d'amortissement L_a de cet amortisseur (voir extrait page 9/16) :

$L_a = \dots\dots\dots$

Q15. Maintenant que vous avez pris conscience que le vérin utilisé connaissait une phase de démarrage progressif et une phase d'amortissement, repasser en couleur les phases du graphe donné ci-dessous en respectant les indications suivantes :

- en vert la phase d'accélération
- en bleu la phase de régime établi
- en rouge la phase de décélération



Q16. Compléter le graphe des vitesses précédent, en indiquant les différentes longueurs parcourues respectivement pendant chacune des phases (cf Q14).

Hypothèse : on considère que la longueur d'accélération correspond à la longueur de démarrage uniquement et que la longueur de décélération correspond à celle d'amortissement uniquement.

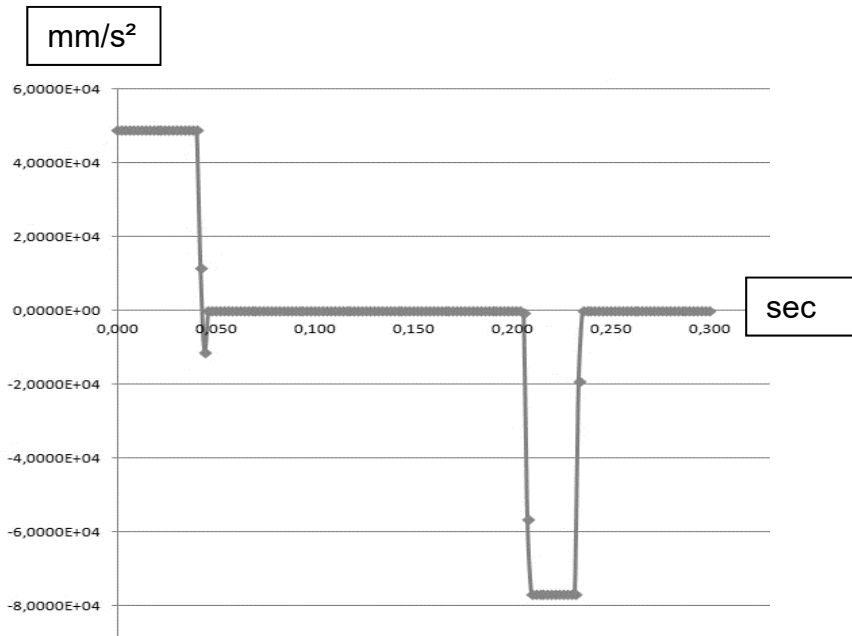
Q17. À la lecture du graphe ci-dessous et du tableau page 11/16, relever la valeur (en mm/s^2) de l'accélération a_1 puis la convertir en m/s^2 :

$a_1 = \dots\dots\dots$

Q18. À la lecture du graphe ci-dessous et du tableau page 11/16, relever la valeur (en mm/s^2) de la décélération a_3 puis la convertir en m/s^2 :

$a_3 = \dots\dots\dots$

Vous trouverez respectivement ci-dessous le graphe de l'accélération linéaire du vérin DGC 50 - 400 et page 11/16 un échantillon des valeurs (10 premières, 10 intermédiaires et 10 dernières) qui ont permis son tracé :



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

| Image | Durée | Accélération linéaire1 (mm/s ²) : Corps vérin + partie mobile-1 |
|-------|-------|---|
| 1 | 0,000 | 4,8780E+04 |
| 2 | 0,002 | 4,8780E+04 |
| 3 | 0,004 | 4,8780E+04 |
| 4 | 0,006 | 4,8780E+04 |
| 5 | 0,008 | 4,8780E+04 |
| 6 | 0,010 | 4,8780E+04 |
| 7 | 0,012 | 4,8780E+04 |
| 8 | 0,014 | 4,8780E+04 |
| 9 | 0,016 | 4,8780E+04 |
| 10 | 0,018 | 4,8780E+04 |
| 30 | 0,058 | -1,1487E-10 |
| 31 | 0,060 | -1,2588E-10 |
| 32 | 0,062 | -1,3688E-10 |
| 33 | 0,064 | -1,4789E-10 |
| 34 | 0,066 | -1,5889E-10 |
| 35 | 0,068 | -1,6989E-10 |
| 36 | 0,070 | -1,8090E-10 |
| 37 | 0,072 | -1,9190E-10 |
| 38 | 0,074 | -2,0291E-10 |
| 39 | 0,076 | -2,1391E-10 |
| 108 | 0,214 | -7,6923E+04 |
| 109 | 0,216 | -7,6923E+04 |
| 110 | 0,218 | -7,6923E+04 |
| 111 | 0,220 | -7,6923E+04 |
| 112 | 0,222 | -7,6923E+04 |
| 113 | 0,224 | -7,6923E+04 |
| 114 | 0,226 | -7,6923E+04 |
| 115 | 0,228 | -7,6923E+04 |
| 116 | 0,230 | -7,6923E+04 |
| 117 | 0,232 | -7,6923E+04 |

IV. Vérification du vérin DGC 50 – 400 d'un point de vue dynamique :

L'étude s'effectuera dans le cas le plus défavorable pour le vérin, à savoir en phase d'accélération lors de la montée des sous-ensembles (SE2+SE3).

La charge à monter est de 30 kg et l'accélération de 48,7 m/s² (on prendra g = 9,81 m/s²).

Un calcul de dynamique prenant en compte l'accélération à la montée du vérin avec les caractéristiques définies ci-dessus, nous donne le résultat suivant :

Effort dynamique à fournir par le vérin : $F = m.g + m.a = 30 \times 9,81 + 30 \times 48,7 = 1755,3N$

- Q19. En émettant l'hypothèse que toute la surface du piston du vérin est exposée à la pression durant cette phase d'accélération, **déterminer** la surface minimale de ce piston puis son diamètre minimal pour développer un effort de 1755,3 N (voir page 4/16).

Donc $S_{\text{mini}} = \dots\dots\dots$

Donc $d_{\text{mini}} = \dots\dots\dots$

- Q20. **Conclure** quant au diamètre du piston choisi et **proposer** une solution afin de baisser l'effort dynamique.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Prenons à présent le problème sous l'angle opposé : on décide de conserver le vérin choisi et on cherche à estimer la valeur de l'accélération résultante.

Q24. **Calculer** la durée totale correspondante à la montée du vérin et **conclure** quant aux attentes du cahier des charges.

Q21. **Calculer** la force maximale développable par le vérin, sachant que le piston du vérin a un diamètre de 50 mm et que la pression d'alimentation est de 6 bars (voir page 4/16) :

Donc F_{maxi} =

ΔT =

Q22. En appliquant la formule du calcul de l'effort dynamique, **calculer** l'accélération maximale a_{maxi} .

Donc a_{maxi} =

Calcul du temps réel de montée :

On cherche à présent à vérifier que le temps réel de montée du vérin est bien conforme aux attentes du cahier des charges.

Les durées respectives des phases d'accélération et de décélération ont été prédéterminées et vous sont données ci-dessous :

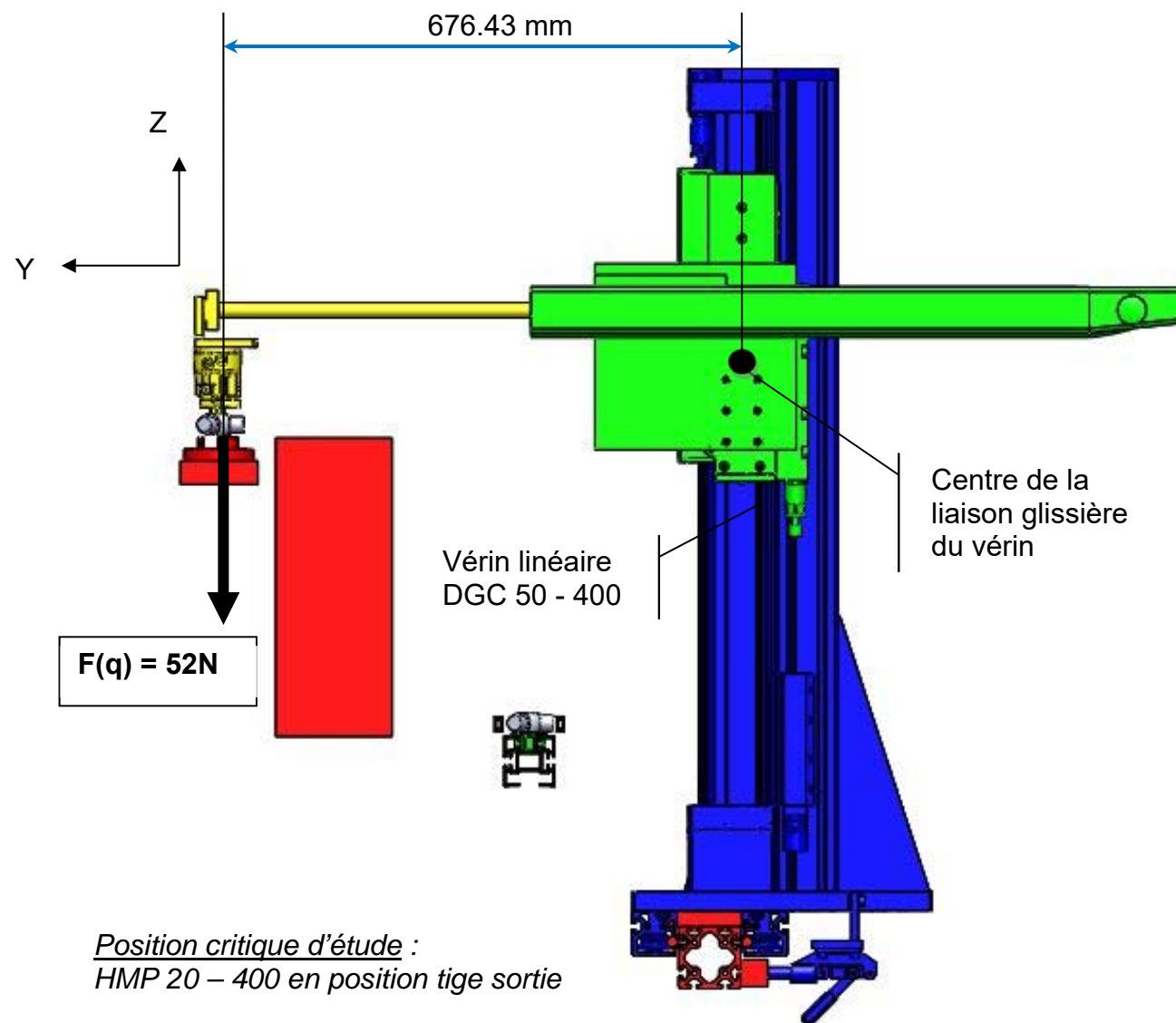
- $\Delta t_1 = 0.052 \text{ s}$
- $\Delta t_3 = 0.034 \text{ s}$

Q23. En estimant que le régime est établi sur une distance de 333 mm à une vitesse réelle $V_2 = 1,5 \text{ m/s}$, **calculer** la durée Δt_2 de cette phase intermédiaire :

Donc Δt_2 =

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

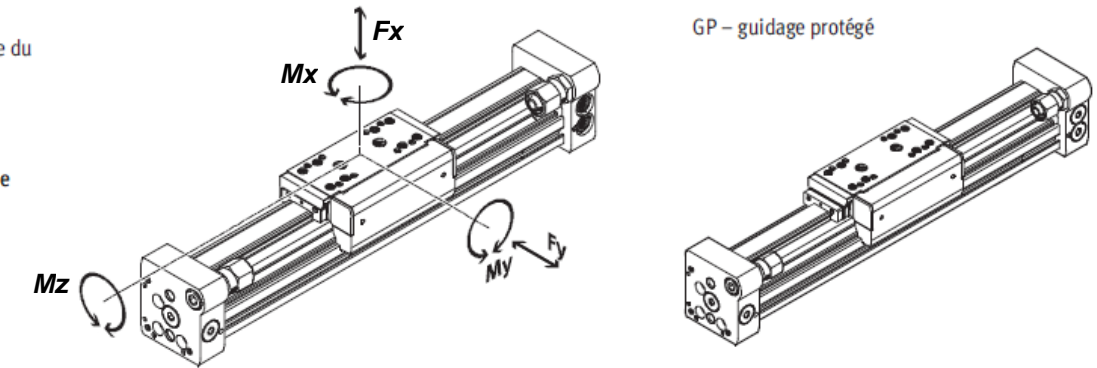
V. Vérification du vérin DGC 50 – 400 d'un point de vue statique :



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Caractéristiques de charge pour un vérin linéaire avec guidage à recirculation de billes et guidage

Les forces et couples indiqués se rapportent au centre de la surface du chariot.
Ces valeurs ne doivent pas être dépassées en fonctionnement dynamique. Surveiller pour cela le processus d'amortissement.



Si plusieurs des forces et couples mentionnés ci-dessous agissent simultanément sur l'actionneur, respectez les charges maximales indiquées et appliquez l'équation suivante :

$$\frac{F_y}{F_{y_{\max}}} + \frac{F_z}{F_{z_{\max}}} + \frac{M_x}{M_{x_{\max}}} + \frac{M_y}{M_{y_{\max}}} + \frac{M_z}{M_{z_{\max}}} \leq 1$$

| Forces et couples admissibles | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Ø de piston | | 8 | 12 | 18 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 |
| F _y max. | [N] | 300 | 650 | 1 850 | 3 050 | 3 310 | 6 890 | 6 890 | 15 200 |
| F _z max. | [N] | 300 | 650 | 1 850 | 3 050 | 3 310 | 6 890 | 6 890 | 15 200 |
| | | | | | | | | | |
| M _z max | [Nm] | 1,7 | 3,5 | 16 | 36 | 54 | 144 | 144 | 529 |
| M _y max. | [Nm] | 4,5 | 10 | 51 | 97 | 150 | 380 | 634 | 1 157 |
| M _x max | [Nm] | 4,5 | 10 | 51 | 97 | 150 | 380 | 634 | 1 157 |

Figure 6 : Extrait de la page 46 du catalogue fournisseur FESTO du vérin sans tige DGC

Q25. **Relever**, d'après le tableau ci-dessus, le Moment admissible $M_{x_{\max}}$:

$M_{x_{\max}} \text{ adm} =$

Q26. **Calculer** le Moment réel $M_{x_{\max}}$ auquel est soumis le guidage dans cette position :

$M_{x_{\max}} \text{ réel} =$

Q27. **Conclure** sur la capacité guidage du vérin à encaisser les efforts :

.....
.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

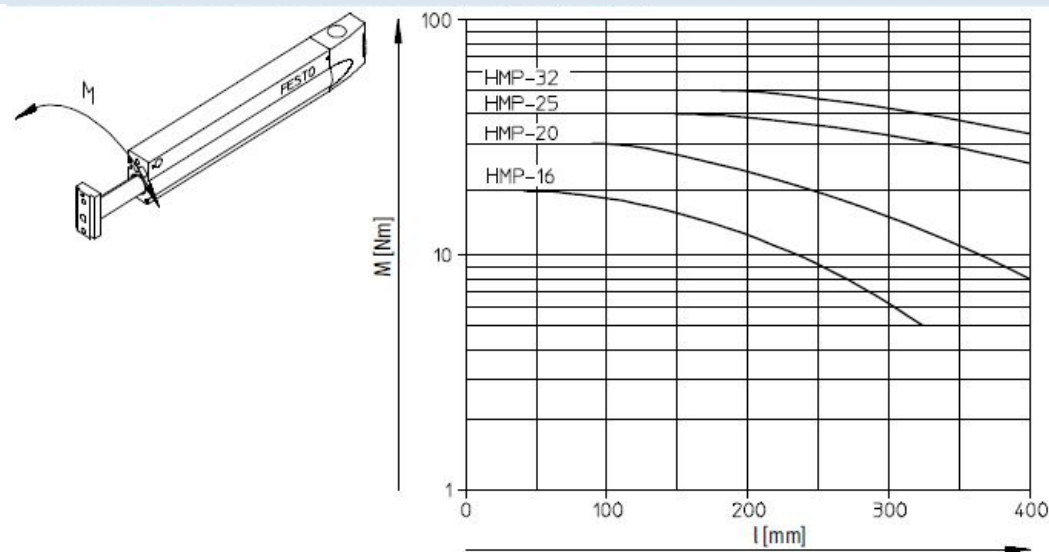
VI. Vérification du vérin HMP20 – 400 d'un point de vue statique :

Modules linéaires HMP

Fiche de données techniques

FESTO

Couple admissible M en fonction de la course l (sur la plaque avant)



Charge utile admissible Fq en fonction de la course l (sur la plaque avant)

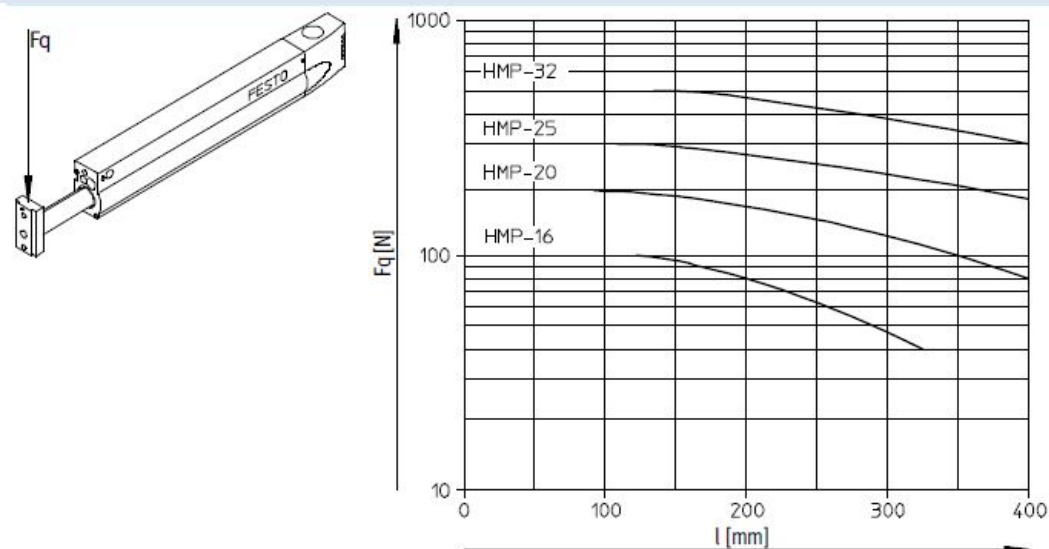


Figure 7 : Extrait de la page 10 du catalogue fournisseur FESTO du module linéaire HMP

Voici les masses déplacées par le vérin :

- 3 tri-axes (3x0.300 kg)
- 3 pinces (3x0.600 kg)
- 1 équerre (2.6 kg)

Q28. **Calculer** le poids à déplacer en Newton :

P =
.....
.....

Q29. D'après l'abaque ci-contre, **relever** la force maximale Fq déplaçable en fin de course par le vérin HMP 20 – 400 :

Fq =

Q30. En observant la répartition du poids du sous-ensemble SE3 page 4/16, **justifier** s'il y a lieu d'exploiter ou non l'abaque ci-contre du couple admissible par le vérin :

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

Q31. **Conclure** sur la capacité du vérin à effectuer le travail :

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

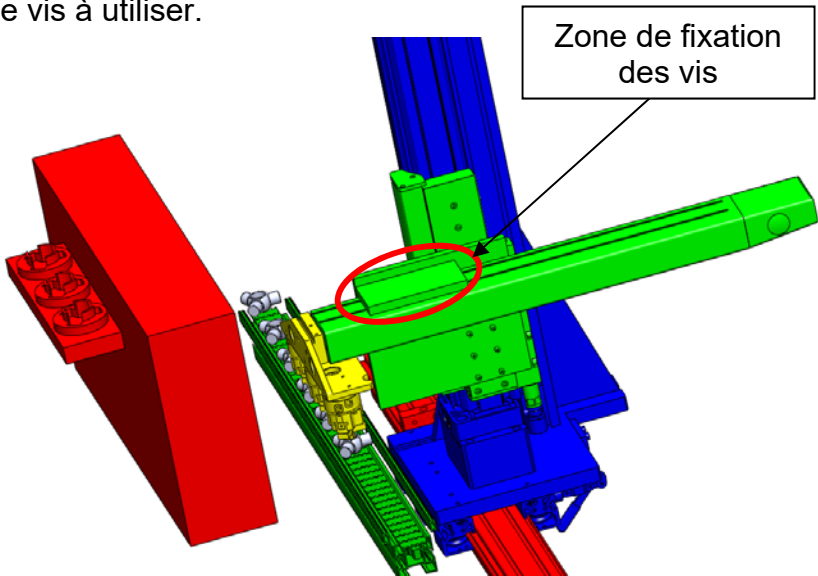
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

VII. Étude de la fixation du vérin HMP 20 - 400 sur le support vérin :

Le vérin HMP 20 - 400 est fixé sur le support vérin par l'intermédiaire d'une plaque HMP traversée de vis implantées verticalement.
Nous allons déterminer le nombre minimal de vis à utiliser.

Voici les données :

- Les vis doivent résister à un effort de **1178N**
- Vis à tête cylindrique à six pans creux iso 4762 - **M5x30-6.8** avec un pas de **0.8**
- Nous prendrons un coefficient de sécurité de **10**



| Classes de qualité pour vis et goujons*** | | | | | |
|---|-----|-----|------|------|------|
| 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.6 |
| 6.8 | 6.9 | 8.8 | 10.9 | 12.9 | 14.9 |
| Classes de qualité pour les écrous*** | | | | | |
| 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| | | | | | 14 |

Un écrou assemblé avec une vis de qualité identique (par exemple 6 pour une vis 6.8) résiste jusqu'à rupture de la vis.

Les classes de qualité définissent les matériaux pour la visserie après leurs caractéristiques mécaniques (le choix du matériau et les traitements thermiques éventuels sont laissés à l'initiative du fabricant à condition que les caractéristiques mécaniques soient respectées).
La classe de qualité est indiquée par deux nombres :
■ le premier correspond au centième de la résistance minimale à la traction exprimée en mégapascals ;
■ le second multiplié par le premier donne le dixième de la limite nominale d'élasticité en mégapascals.

EXEMPLE

Classe de qualité 5.8
► Résistance minimale à la traction :
 $5 \times 100 = 500 \text{ MPa}$.
► Limite minimale d'élasticité :
 $5 \times 8 \times 10 = 400 \text{ MPa}$.

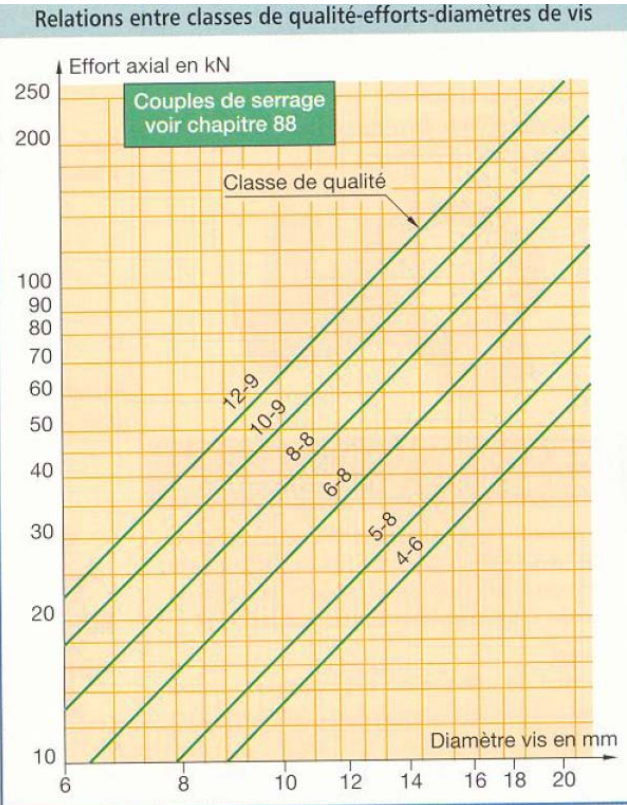


Figure 8 : Extrait de la page 228 du Guide du Dessinateur Industriel

Q32. À quel type de sollicitation sont soumises les vis ? (**cocher** la bonne réponse)
☐ cisaillement ☐ flexion ☐ traction/compression ☐ torsion ☐ flambage

Q33. **Calculer** le diamètre de l'âme d puis la section S d'une vis M5. Nous considérons que le diamètre de l'âme de la vis est égal à $d = M - \text{pas}$:

d =
S =

Q34. **Déterminer** la résistance élastique Re de l'acier utilisé par les vis d'après l'exemple donné dans l'extrait du GDI :

Re =

Q35. **Calculer** la résistance pratique élastique Rpe :

Rpe =

Q36. D'après la condition de résistance $\sigma_{\max} \leq R_{pe}$, **calculer** alors la surface minimale nécessaire Stotalmin des vis :

.....
.....
Donc Stotalmin =

Q37. **En déduire** le nombre minimal de vis nécessaire nmin au maintien en position du vérin HMP 20 - 400 sur le support de vérin :

n min =

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

VIII. Vérification de la rigidité du vérin HMP 20 - 400 :

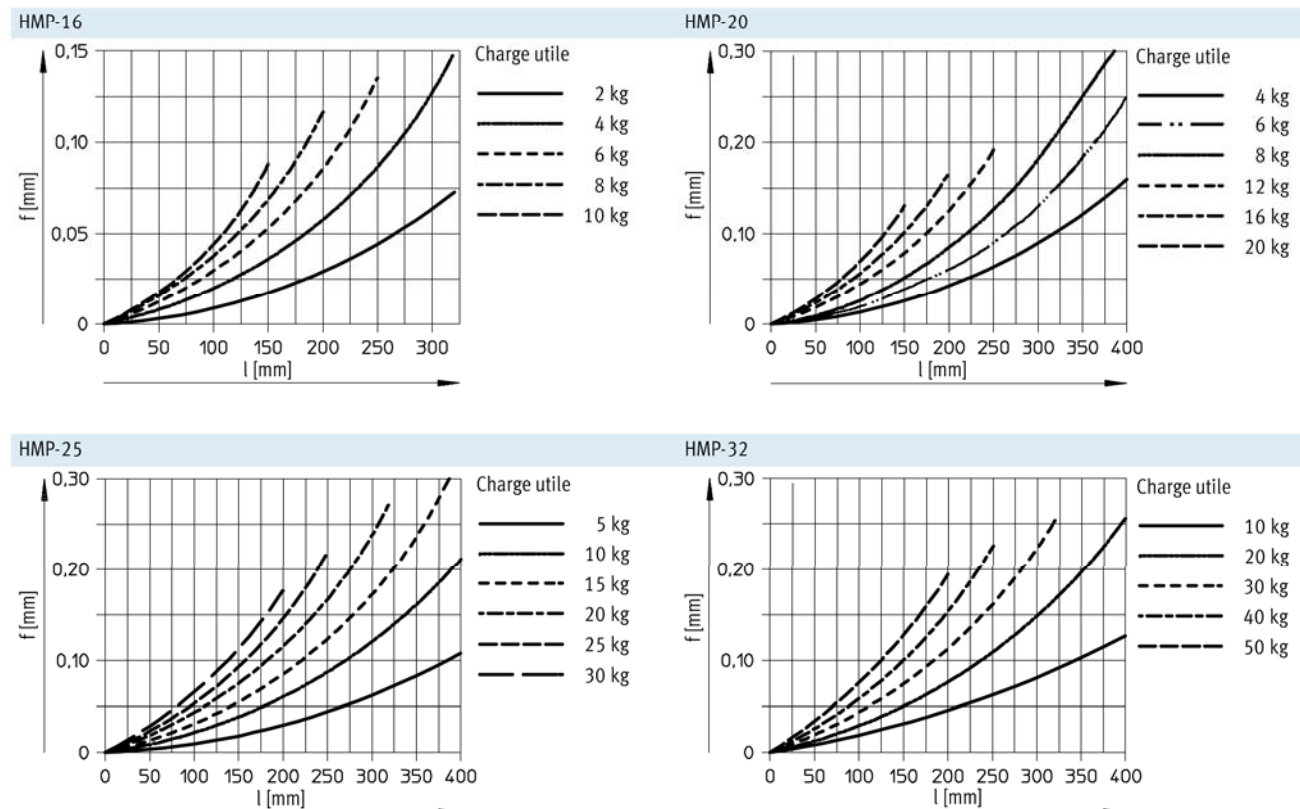
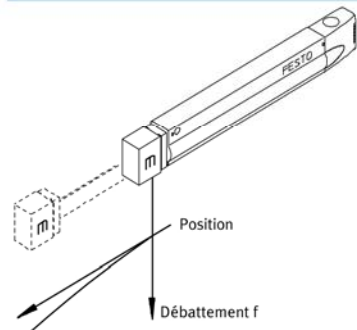
Afin de s'assurer du bon positionnement des pièces dans le montage d'usinage, nous allons vérifier la rigidité du vérin HMP.

Modules linéaires HMP

Fiche de données techniques

FESTO

Débattement/fléchissement f en fonction de la charge utile m et de la position l (course)



La charge en bout de vérin est de 5,3 kg.

Q38. À quel(s) type(s) de sollicitation(s) est soumis la tige du vérin ? (**cocher** la (les) bonne(s) réponse(s))

☐ cisaillement ☐ flexion ☐ traction/compression ☐ torsion ☐ flambage

Q39. D'après l'abaque ci-contre, **déterminer** le fléchissement maxi de la tige du vérin HMP 20 - 400.

$f_{\text{maxi}} = \dots\dots\dots$

Q40. **Conclure** quant au respect du critère de rigidité défini dans le cahier des charges :

.....

.....