



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2012

ÉPREUVE E4
CONCEPTION DÉTAILLÉE DE LA PARTIE OPÉRATIVE
Sous-épreuve 41
Dimensionnement et validation des parties opératives

Session 2012

Durée : 3 h
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n° 9-186, 16/11/1999).
- Aucun document n'est autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12.

MACHINE D'ASSEMBLAGE ET DE SOUDAGE

- **Présentation générale** (feuilles blanches) pages 1 à 3
- **Travail demandé** (feuilles jaunes) pages 4 à 7
- **Documents ressources** (feuilles vertes) pages 8 à 12

BTS : MÉCANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS		Session 2012
Épreuve E4 : sous épreuve : 4.1	Code : MSE4DVP12	Page 0

PRÉSENTATION

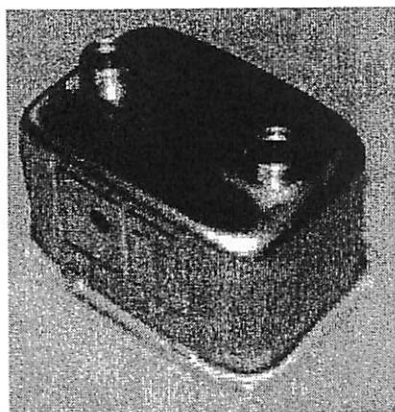
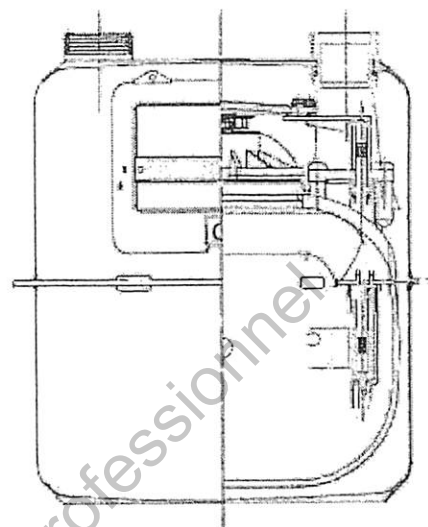
Itron est le leader mondial de la conception et de la fabrication de compteurs et de systèmes associés pour les marchés de l'électricité, du gaz, de l'eau et de l'énergie thermique.

Le Gallus 2000, compteur à membranes, est le plus utilisé sur le marché résidentiel mondial depuis plus de 20 ans.

L'unité chargée de produire ce compteur :

- fabrique différentes pièces internes dont l'unité de mesure,
- fabrique l'enveloppe, boîtier constitué de 2 parties serties,
- assemble le mécanisme interne,
- assure un étalonnage et un contrôle rigoureux.

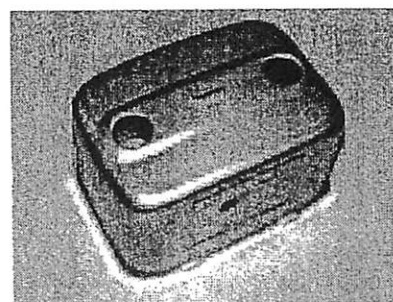
L'étude porte sur le système de production de l'enveloppe et en particulier sur le poste d'assemblage et de soudage des mamelons sur la demi-caisse supérieure.



/Partie supérieure de l'enveloppe



Mamelons



Demi-caisse supérieure

ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

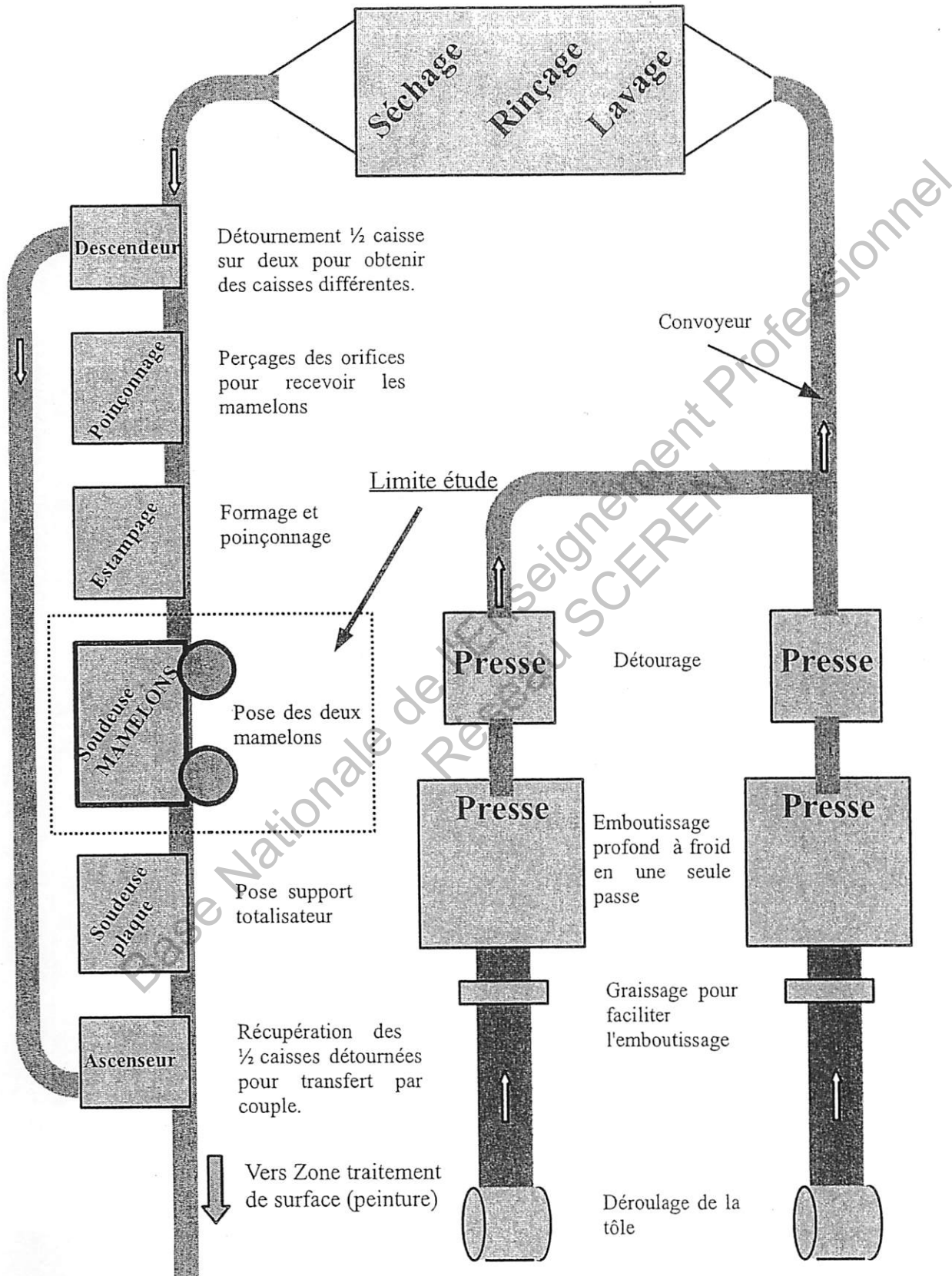
FG : Fonction Générale ; FP : Fonction Principale

N°	Désignation	Critères	Niveau	Flexibilité
FG	Fabriquer des demi-caisses	Cadence Temps de production Disponibilité	Minimum 250 demi-caisses / heure 8 heures / jour ; 5 jours / semaine ; 50 semaines / an 80%	F0 F1 F0
FP	Souder les mamelons sur la demi-caisse supérieure	Enfoncement collerette mamelons <i>Valeurs en mm</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mamelons standards <ul style="list-style-type: none"> - enfoncement > 0,75 = correct - 0,75 ≥ enf. ≥ 0,55 = contrôle - enf. < 0,55 = rebut • Mamelons spéciaux <ul style="list-style-type: none"> - enfoncement > 0,6 = correct - 0,6 ≥ enf. ≥ 0,4 = contrôle - enf. < 0,4 = rebut 	F0

Selon norme NF X 50 -151 : F0 =impératif ; F1 =peu négociable ;

Implantation du système de production de la caisse

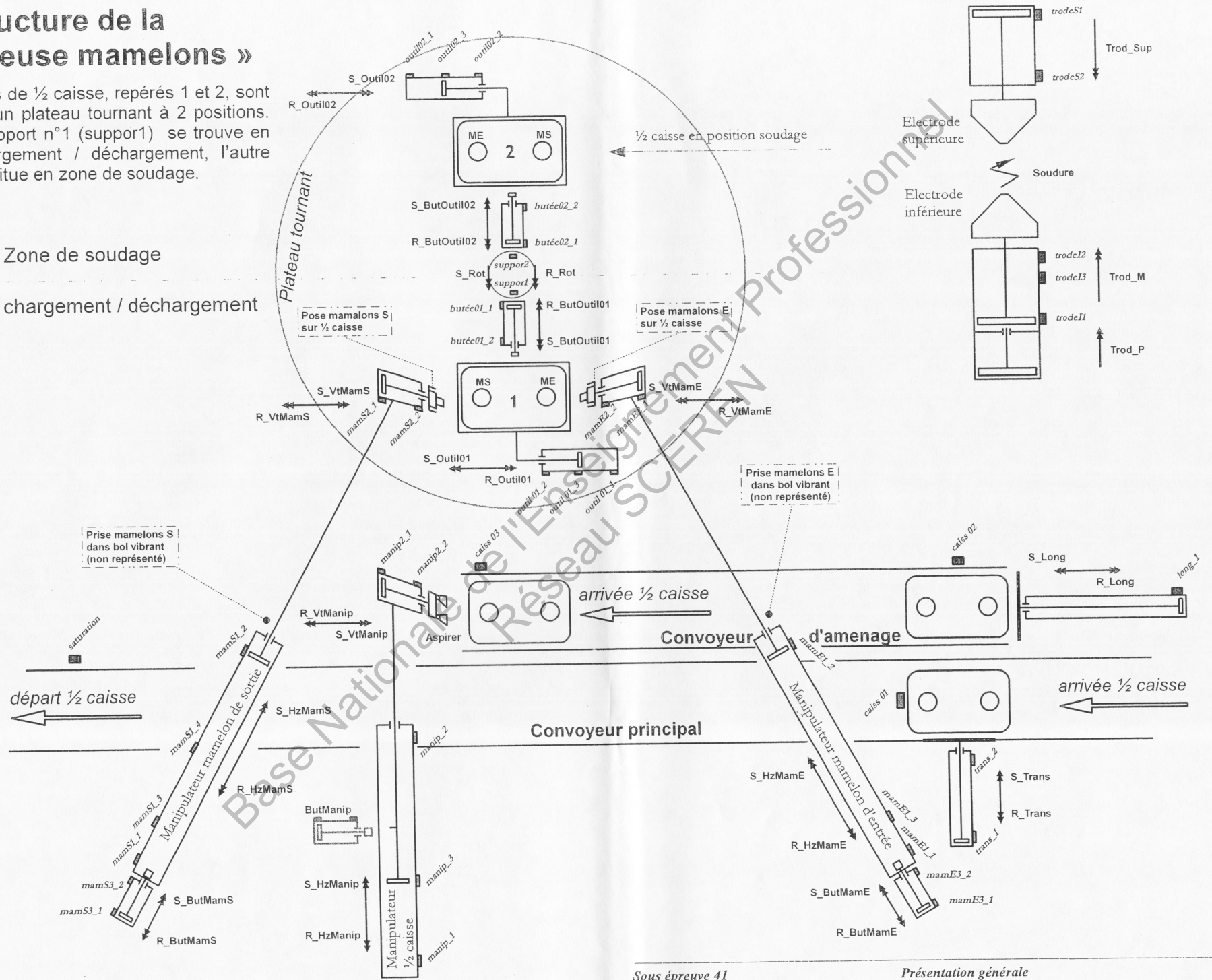
La cadence du système de production est donnée par la soudeuse mamelons



Structure de la « soudeuse mamelons »

Les 2 supports de ½ caisse, repérés 1 et 2, sont disposés sur un plateau tournant à 2 positions. Lorsque le support n°1 (suppor1) se trouve en zone de chargement / déchargement, l'autre (suppor2) se situe en zone de soudage.

Zone de soudage
 Zone de chargement / déchargement



L'étude porte sur le transfert des mamelons.

Les questions soulignées peuvent être considérées comme indépendantes.

Ci-dessous le schéma du mécanisme qui permet d'amener un mamelon du magasin sur le coffret où il sera soudé. Durant la translation suivant x , la pince est en position haute et le mamelon tenu par 3 doigts.

L'actionneur est un vérin sans tige avec ou sans amortisseurs extérieurs.

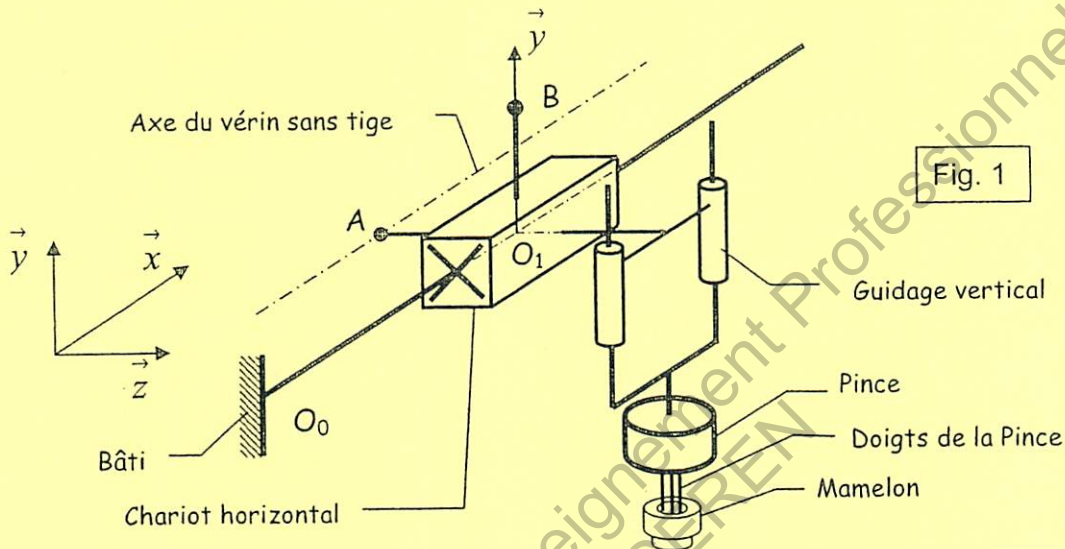


Fig. 1

Hypothèses et données :

- Le solide $S = \{\text{chariot horizontal, guidage vertical + actionneur, pince, doigts, mamelon}\}$.
- Le repère $R_0 = (O_0, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ lié au bâti est supposé galiléen.
- Le repère $R_1 = (O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est lié au solide S .
- La course suivant \vec{x} est de 750 mm. Elle doit s'effectuer en 1,2s maximum.
- S a une masse de 30 kg ; G (non représenté) est son centre de gravité.
On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- Le vérin sans tige exerce une action mécanique sur S , en A , de type glisseur, dont la résultante est portée par (A, \vec{x}) . Il est alimenté avec une pression de 0,6 MPa.
- La liaison glissière de $S / \text{bâti}$ est supposée parfaite.
- Les chaînes porte-câbles offrent une résistance au mouvement, modélisable en B par un glisseur de résultante portée par \vec{x} et de norme estimée à 35 N.
- Au mamelon près les conditions des courses aller et retour sont les mêmes.
- Dans le repère R_1 on donne les coordonnées des points (en mm) :

- A (0 ; 0 ; -40)	B (0 ; 50 ; 0)	G (0 ; -150 ; 100)
---------------------	------------------	----------------------

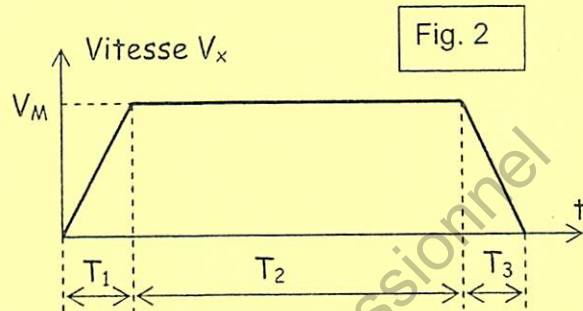
Problème technique 1 : Choisir la motorisation du déplacement linéaire horizontal du mamelon.

Pour tous les diagrammes en trapèze on utilisera le paramétrage ci-dessous :

d_1	d_2	d_3	distances parcourues pendant chaque phase
a_{1x}	a_{2x}	a_{3x}	accélérations
T_1	T_2	T_3	durées de chaque phase

A - Etude préliminaire :

La course de 750 mm doit s'effectuer en 1,2s. En première approximation on fait l'hypothèse que $V_x(t)$ a pour représentation le diagramme fig. 2 dans lequel la durée de l'accélération T_1 et de la décélération T_3 sont égales à 0,1s.



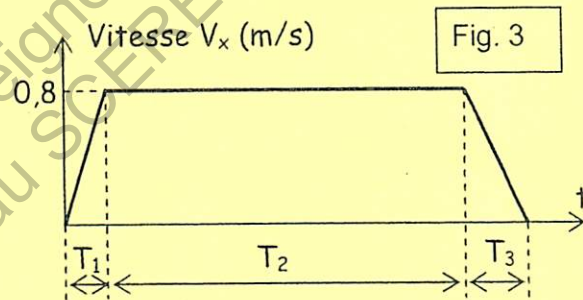
Question 1 : calculer V_M .

Les études suivantes seront menées pour le déplacement de l'ensemble S dans le sens positif de l'axe x.

B - Etude de la solution 1 :

Dans cette solution le vérin doit pouvoir amortir le mouvement en fin de course.

On règle la vitesse maxi du vérin à 0,8 m/s et on prend le diagramme $V_x(t)$ de la fig. 3



Question 2 : déterminer le (plus petit) vérin capable d'amortir la masse en mouvement (documents ressource pages 9 et 10). Donner son \varnothing de piston, sa course d'amortissement (d_3) et F_V sa force théorique de poussée.

Question 3 : calculer T_3 .

Question 4 : établir le bilan, sous forme de torseurs, des actions mécaniques agissant sur S.

Question 5 : écrire $\{D_{S/R_0}\}$ le torseur dynamique de S en mouvement / R_0 .

Question 6 : énoncer le principe fondamental de la dynamique appliqué à S / R_0 dans la phase d'accélération. En déduire l'équation de la résultante dynamique en projection sur \vec{x} .

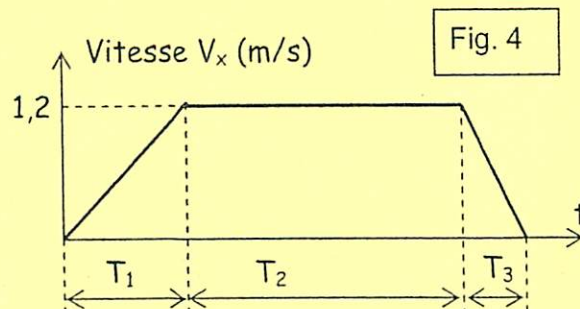
Question 7 : calculer a_{1x} puis T_1 et d_1 .

Question 8 : en admettant que $T_1 + T_3 = 0,1$ (s) et $d_1 + d_3 = 40$ (mm) calculer T_2 . La durée de la course respecte-t-elle le cahier des charges ?

C - Etude de la solution 2 :

Dans cette solution :

- le vérin est plus petit,
- on atteint une vitesse plus grande,
- la décélération est confiée à des amortisseurs extérieurs,
- on prend le diagramme $V_x(t)$ de la fig. 4, très simplifié.



Question 9 : calculer E_c l'énergie cinétique de S/R_0 . En déduire le premier amortisseur capable d'absorber cette énergie (voir document ressource page 11).

Question 10 : Quel que soit l'amortisseur précédemment trouvé on choisit le $\varnothing 16$. Donner sa course d'amortissement (d_3) et en déduire T_3 .

Le vérin présenté a un $\varnothing 20$ (voir documents ressource pages 9 et 10).

Question 11 : calculer F_i la force d'impact en utilisant la formule constructeur suivante : $F_i \cdot d_3 = E_c + F_{motrice} \cdot d_3$ (amortisseur bien réglé). L'amortisseur $\varnothing 16$ convient-il ?

On admet l'équation suivante (issue du principe fondamental de la dynamique, phase 1) :

$$F_M - F_R = m \cdot a_{1X}$$

Avec F_M = forces motrices (> 0) agissant sur S, en projection sur \vec{x} .
 F_R = forces résistantes (> 0) agissant sur S, en projection sur \vec{x} .
 m = masse de S
 a_{1X} = accélération constante de S/R_0 durant la phase 1

Question 12 : calculer a_{1x} puis T_1 et d_1 .

Question 13 : en admettant que $T_1 + T_3 = 0,3$ (s) et $d_1 + d_3 = 160$ (mm), calculer T_2 . La durée de la course respecte-t-elle le cahier des charges ? Si non que proposez-vous ?

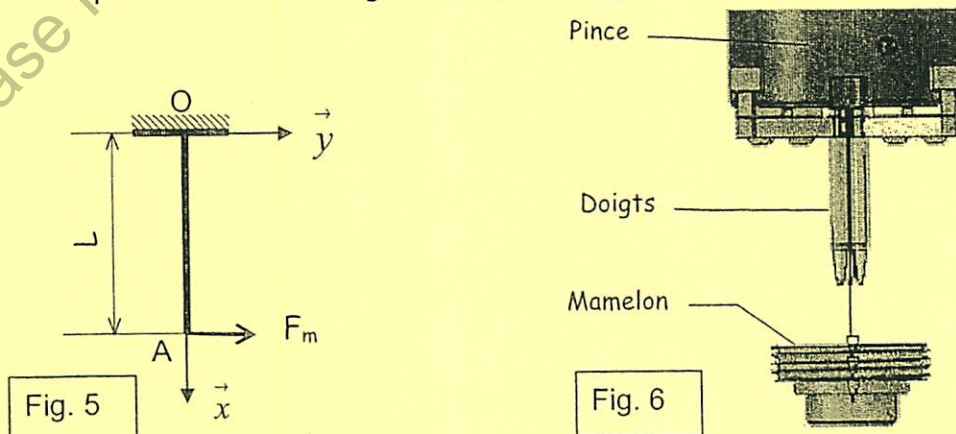
D - Choix d'une solution (d'après le coût des matériels) :

Question 14 : chiffrer la solution 1 (vérin $\varnothing 40$) et la solution 2 (vérin $\varnothing 20$) en utilisant le document ressource page 12. Conclusion ?

Problème technique 2 : Vérifier la résistance et la déformation des doigts de la pince.

Le mamelon est saisi par une pince MHS3-32D à serrage interne munie de 3 doigts à 120° (fig. 6).

Le modèle retenu pour l'étude d'un doigt est celui de la fig. 5.

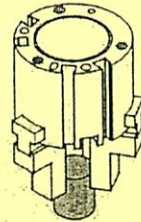


Données :

- L = 32 mm Longueur du doigt
- d = 6 mm Diamètre du doigt de section constante
- p = 0,5 MPa Pression de service
- F_m Effort du mamelon sur un doigt (voir fig. 7 et 8)
- c_m = 4 mm Course maxi du doigt (caractéristique de la pince)
- c = 2,5 mm Course amenant le doigt en contact avec le mamelon (voir fig. 9)



Série MHS3
Prise axiale de pièces cylindriques



MHS3-32D

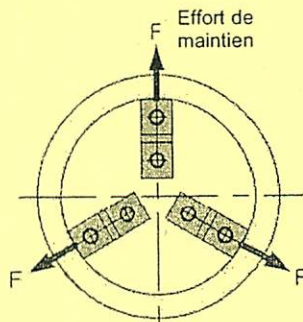
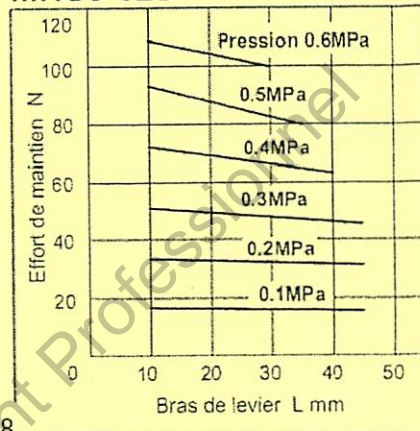


Fig. 7

Fig. 8

Prise interne

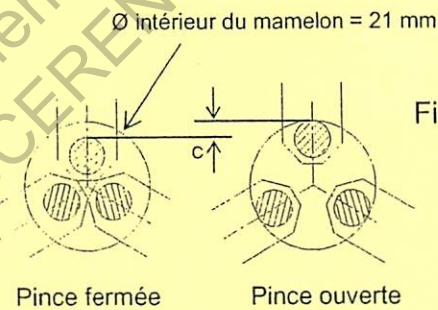


Fig. 9

Caractéristiques de l'acier C 35 du doigt :

- R_{e mini} = 335 N/mm² limite élastique
- R_{mini} = 570 N/mm² résistance minimale à la rupture
- E = 200 000 MPa module d'élasticité longitudinale
- G = 80 000 MPa module d'élasticité transversale

Question 15 : déterminer l'effort F_m au point A

Question 16 : donner la section où le moment de flexion est maximal et calculer M_{fmax}.

Question 17 : en prenant M_{fmax} = 2,7 Nm, calculer la contrainte dans la section la plus sollicitée (formulaire page 8). En déduire k_s le coefficient de sécurité. Conclusion ?

Question 18 : en utilisant la formule ci-après calculer la flèche maxi y_{maxi} du doigt.

$$y_{\text{maxi}} = F_m \cdot L^3 / 3 \cdot E \cdot I_{Gz} \quad (\text{prendre } F_m = 82 \text{ N})$$

Question 19 : Un positionnement correct du mamelon par rapport aux 3 doigts nécessite une flèche qui n'excède pas 0,1 mm. Cette condition est-elle vérifiée ? Dans le cas contraire que suggérez-vous ?

FORMULAIRE DE RESISTANCE DES MATERIAUX

Sollicitation	Contrainte	Conditions de Résistance	Déformation
Traction ou Compression (N)	$\sigma = \frac{\ \vec{N}\ }{S}$	$\sigma \leq R_{pe}$ avec $R_{pe} = R_{e\ mini} / k_s$	$\Delta L = \frac{\ \vec{N}\ \cdot L}{S \cdot E}$
Cisaillement (T)	$\tau_{moy} = \frac{\ \vec{T}\ }{S}$	$\tau_{moy} \leq R_{pg}$ avec $R_{pg} = R_{eg} / k_s$	$\gamma = \frac{\ \vec{T}\ }{S \cdot G}$
Torsion (Mt)	$\tau_{maxi} = G \cdot \theta \cdot R$ et $\theta = \frac{\alpha}{L}$	$\tau_{maxi} \leq R_{pg}$ avec $R_{pg} = R_{eg} / k_s$	$\alpha = \frac{M_t \cdot L}{G \cdot I_o}$
Flexion (Mf)	$\sigma_{maxi} = \frac{M_{f\ maxi}}{(I_{Gz} / \nu)}$	$\sigma_{maxi} \leq R_{pe}$ avec $R_{pe} = R_{e\ mini} / k_s$	Flèche (avec formulaire ou logiciel)

$R_{e\ mini}$, R_{eg} : limite élastique : en traction - compression, au glissement

R_{pe} , R_{pg} : résistances pratiques : en traction - compression, au glissement

k_s : coefficient de sécurité

E : module d'élasticité longitudinale

G : module d'élasticité transversale

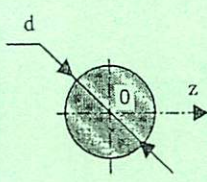
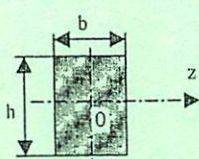
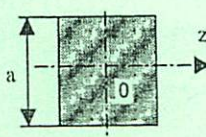
I_o : moment quadratique polaire de la section droite

I_{Gz} : moment quadratique de la section droite par rapport à l'axe (G, z)

ν : distance entre la fibre la plus éloignée et la fibre neutre

Moments quadratiques

G est le centre de gravité de la section.

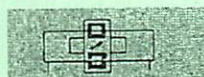
Section circulaire	Section rectangulaire	Section carrée
$I_{Gz} = \pi d^4 / 64$ $I_o = \pi d^4 / 32$	$I_{Gz} = b h^3 / 12$ $I_o = b h (b^2 + h^2) / 12$	$I_{Gz} = a^4 / 12$ $I_o = a^4 / 6$
		

Entraînements linéaires DGO

FESTO

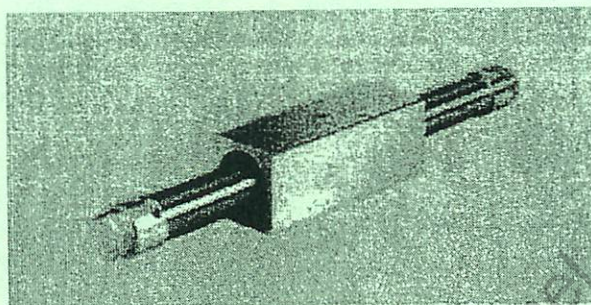
Fiche de données techniques

Fonction



⌀ - Diamètre
12 ... 40 mm

l - Course
10 ... 4000 mm



Caractéristiques techniques générales						
⌀ de piston	12	16	20	25	32	40
Course [mm]	10 ... 1 200	10 ... 2 500	10 ... 3 000	10 ... 3 500		10 ... 4 000
Raccord pneu matric	M5		G $\frac{1}{8}$		G $\frac{1}{4}$	
Fluide de service	Air comprimé filtré, lubrifié ou non lubrifié. Autres fluides sur demande.					
Conception	Sans tige de piston					
Principe d'en traînement	Entraînement par adhérence (aimant)					
Amortissement	Non réglable des deux côtés		Réglable des deux côtés			
Longueur d'amortissement [mm]	-	14	17	19	20	23
Détection de position	Par capteur de proximité					
Mode de fixation	Avec écrous hexagonaux Avec accessoires					
Position de montage	Indifférente					

Conditions de fonctionnement et d'environnement						
⌀ de piston	12	16	20	25	32	40
Pression de service [bar]	2 ... 7	1,7 ... 7	1,6 ... 7	1,5 ... 7	1,4 ... 7	1,3 ... 7
Plage de température ¹⁾ [°C]	-20 ... +60					

1) Tenir compte de la plage d'utilisation du capteur de proximité

Forces [N]						
⌀ de piston	12	16	20	25	32	40
Poussée théorique sous 6 bar	68	121	188	295	483	754
Force d'arrachement de l'accouplement magnétique	100	160	270	400	680	1050

Poids [g]						
⌀ de piston	12	16	20	25	32	40
Poids du produit pour 0 mm de course	320	620	1 000	1 340	2 400	3 920
Poids additionnel par 10 mm de course	2	3	4	4,8	6	8

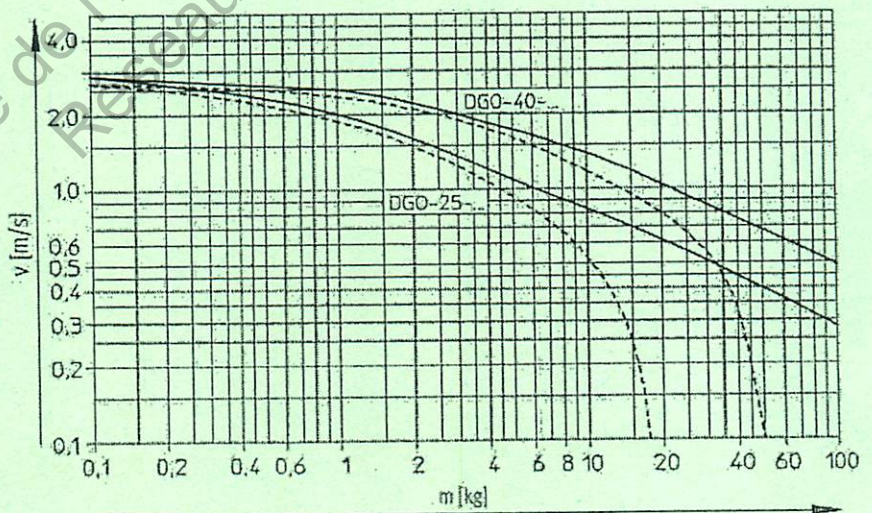
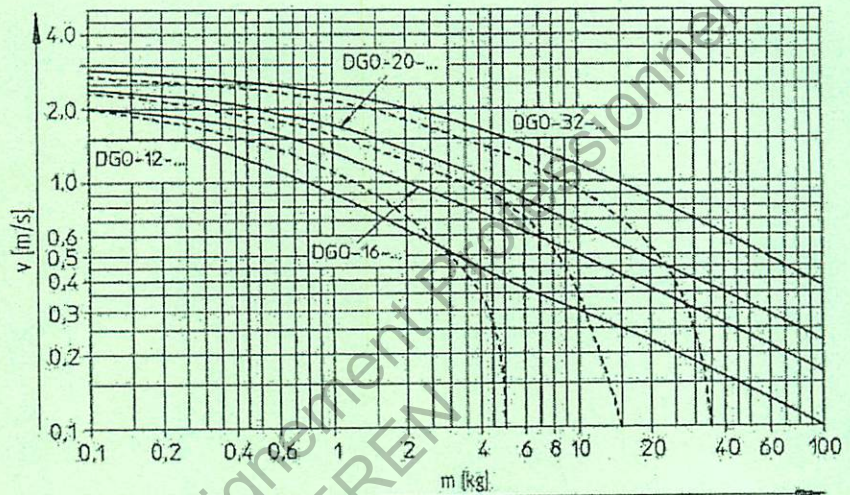
Entraînements linéaires DGO

FESTO

Fiche de données techniques

Vitesse max. du piston v en fonction de la masse déplacée m

Si les conditions de fonctionnement se situent hors de la plage admissible, la masse déplacée doit être amortie par des dispositifs externes appropriés (amortisseur ou butées).



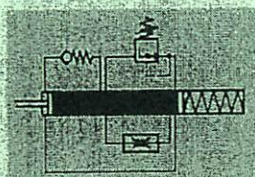
— Montage horizontal
- - - Montage vertical



Amortisseur YSR

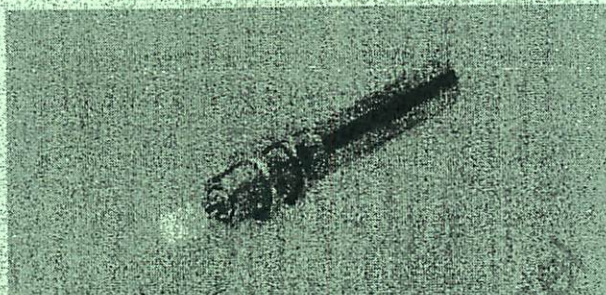
FESTO

Fiche technique

Fonction



 Diamètre
 8 ... 32 mm
 Course
 8 ... 60 mm



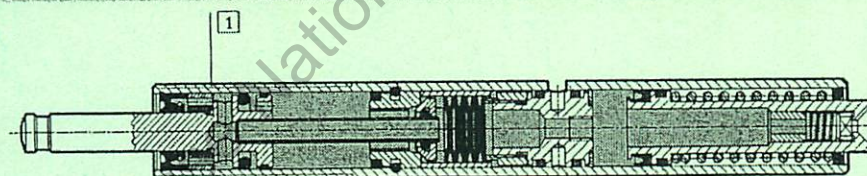
Caractéristiques techniques générales							
Ø de piston		8	12	16	20	25	32
Course	[mm]	8	12	20	25	40	60
Mode de fonctionnement		Amortisseur hydraulique avec ressort de rappel					
Amortissement		réglable					
Mode de fixation		Filetage avec contre-écrou					
Vitesse d'impact	[m/s]	0,1 ... 3					
Poids du produit	[g]	40	120	240	420	860	1 600
Température ambiante	[°C]	-10 ... +80					

Forces [N]							
Ø de piston		8	12	16	20	25	32
Force d'impact max. en fin de course		400	900	1 600	2 500	4 000	6 400
Force de rappel		3	25	20	25	30	35

Énergies [J]							
Ø de piston		8	12	16	20	25	32
Énergie max. absorbée par course		4	10,8	32	62,5	160	380
Énergie max. absorbée par heure		24 000	77 000	130 000	180 000	293 000	438 000

Matériaux

Coupe fonctionnelle



Amortisseurs		
1	Corps	Acier, zingué
-	Joints	Perbunan, polyuréthane

MATERIELS

DGO : vérins sans tige
 YSR : amortisseurs
 GRLA : limiteurs de débit

OFFRE N° 251917/03

Votre n°Client : 18980

Du: 12.01.2011

QTE	DESIGNATION / REFERENCE	P.U HT €	Pris pour :	MONTANT	DELAI	N°LIG
1	15223 FEST DGO-20-750-PPV-A-B	392,91	1		*	
1	15226 FEST DGO-40-750-PPV-A-B	949,23	1		*	
1	34572 FEST YSR-12-12-C	89,23	1		*	
1	34573 FEST YSR-16-20-C	114,38	1		*	
1	34574 FEST YSR-20-25-C	155,66	1		*	
1	193139 FEST GRLA-M5-QS-6-D	11,83	1		*	
1	193144 FEST GLRA-G1/8-QS-6-D	11,83	1		*	
1	193146 FEST GRLA-G1/4-QS-6-D	13,12	1		*	

(frais de port non chiffrés)

A l'attention de : Mr XXXXXXXX

s'entendent net hors TVA port en sus sauf indication contraire.

Nos délais sont valables sauf vente et après commande ferme.

Tout CERTIFICAT DE CONFORMITE FABRICANT (NFL00-015C)
 ou certificat matière, devra faire l'objet d'une nouvelle offre
 qui annulera et remplacera celle-ci.

Sincères salutations.