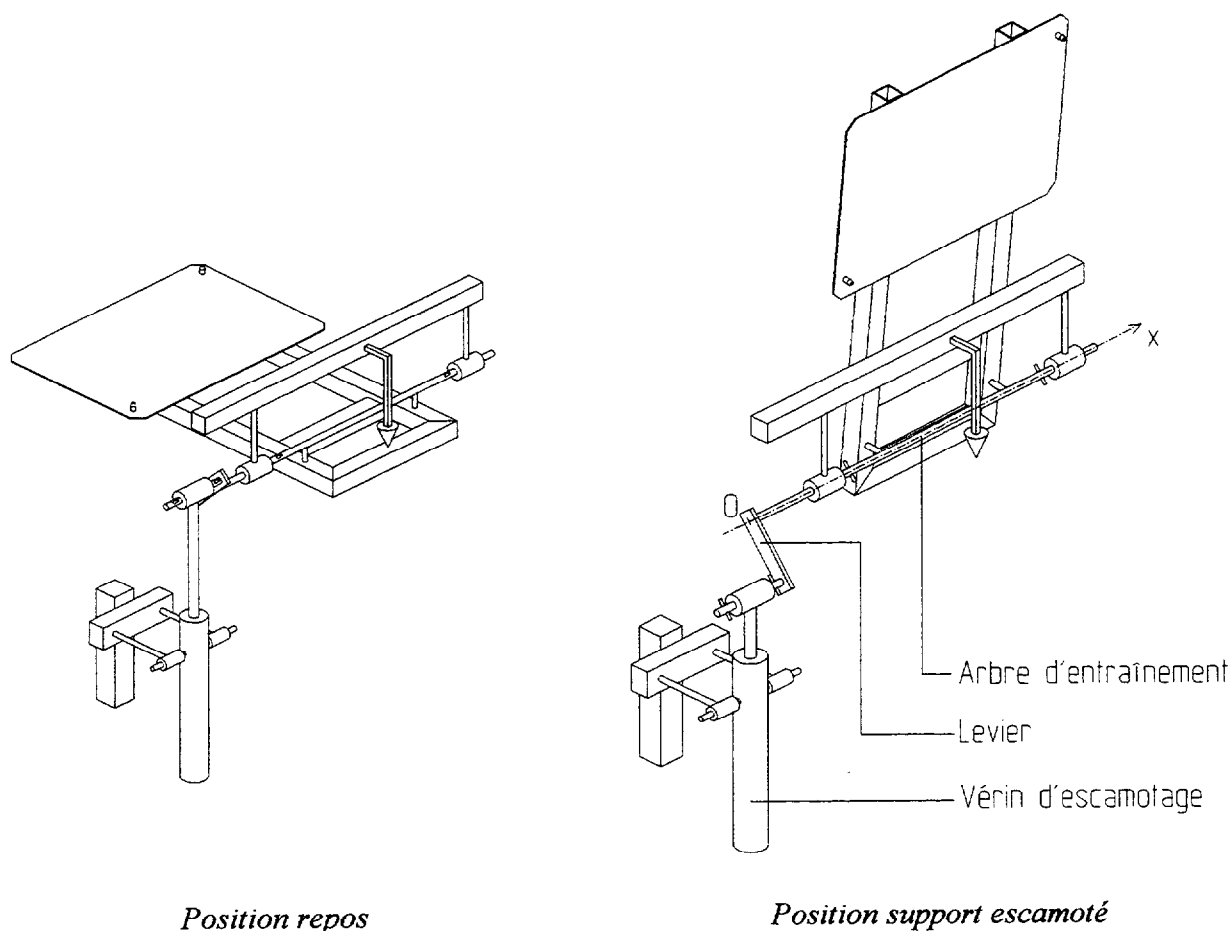


Sous épreuve 41 : dimensionnement et validation des parties opératives

Mise en situation du dispositif d'escamotage du support d'outil à ventouses.

Lorsque l'outil à ventouses est en position H des cycles de fonctionnement (voir page 5 du dossier de présentation générale), il est nécessaire de dégager son support de façon à permettre la prise d'un intercalaire.

Le schéma ci-dessous représente les 2 positions extrêmes du support d'outil à ventouses.



L'escamotage consiste en une rotation du support, d'amplitude 95° , autour de l'axe (O, \vec{x}) , à partir de la position repos (cette rotation est notée R_z dans la présentation générale).

Travail à réaliser :

Le sujet comporte **3 études indépendantes à traiter sur feuilles de copie distinctes.**

Problèmes techniques à résoudre :

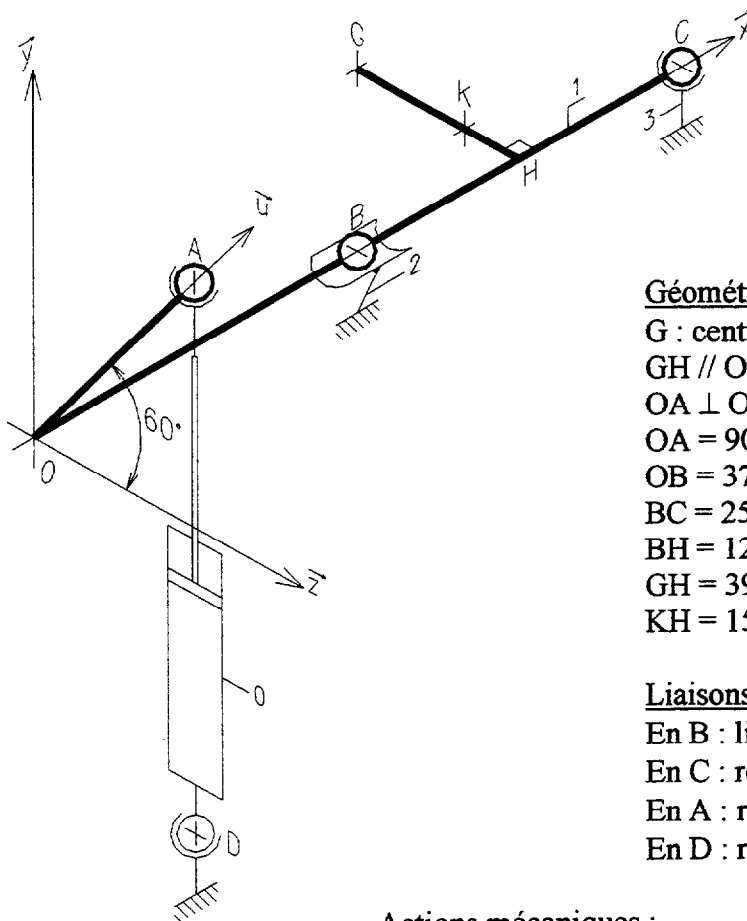
Etude A : choisir le vérin d'escamotage.

Etude B : valider le choix de l'arbre d'entraînement et de ses paliers de guidage.

Etude C : choisir l'amortisseur de fin de course pour la position support escamoté.

Modélisation retenue pour le dispositif d'escamotage du support d'outil à ventouses.

Le schéma ci-dessous représente le dispositif en phase de début d'escamotage.



Le repère $\mathcal{R}(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, lié au bâti, est considéré comme Galiléen.

- 0 : vérin d'escamotage.
- 1 : ensemble escamotable.
- 2 : support d'arbre en B.
- 3 : support d'arbre en C.

Géométrie :

- G : centre de gravité de 1
- $GH \parallel Oz$
- $OA \perp OC$
- $OA = 90 \text{ mm}$
- $OB = 375 \text{ mm}$
- $BC = 250 \text{ mm}$
- $BH = 125 \text{ mm}$
- $GH = 392 \text{ mm}$
- $KH = 150 \text{ mm}$

Liaisons parfaites :

- En B : linéaire annulaire entre 1 et 2
- En C : rotule entre 1 et 3
- En A : rotule entre 1 et 0
- En D : rotule entre 0 et le bâti

Actions mécaniques :

Action du vérin 0 \rightarrow 1 : glisseur de résultante - $\|\vec{F}\| \cdot \vec{y}$

Masse de 1 : $m_1 = 4,9 \text{ kg}$
(accélération de la pesanteur, $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$)

Matrice d'inertie de 1 :

Un logiciel de D.A.O utilisé pour définir la structure, donne la matrice d'inertie de 1 en O dans la base $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$. Le repère $(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ lié à 1 coïncide avec le repère \mathcal{R} en phase de début d'escamotage.

Objet : volumel.3dv
Commentaire : Ensemble escamotable n° 1
Masse volumique de l'objet : 7800 kg.m^{-3}
Unité des éléments de la matrice : kg.m^2

$$\begin{bmatrix} 8.791\text{E-}01 & -3.000\text{E-}03 & 8.460\text{E-}01 \\ -3.000\text{E-}03 & 2.306\text{E+}00 & 8.003\text{E-}04 \\ 8.460\text{E-}01 & 8.003\text{E-}04 & 1.081\text{E+}00 \end{bmatrix}$$

Etude A : répondre sur feuille(s) de copie distincte(s)

Problème technique à résoudre : choisir le vérin d'escamotage.

HYPOTHESE

Le dispositif d'escamotage est en position d'équilibre et en phase de début d'escamotage (voir schéma page 7). On admettra que cette position est la plus défavorable.

QUESTIONS

A.1) Isoler 1, réaliser le bilan des actions mécaniques extérieures et montrer que le modèle est isostatique.

Remarques :

- Les coordonnées des torseurs seront exprimées dans la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.
- Cette question étant commune aux études A et B, ne pas la traiter si vous avez déjà répondu à la question B.1

A.2) Déterminer le module de la résultante de l'action exercée par le vérin d'escamotage 0 → 1.

A.3) Choix du vérin d'escamotage :

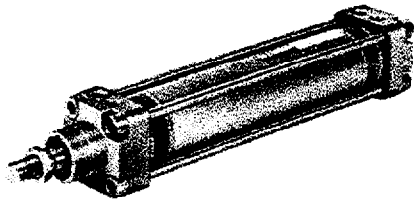
Quel que soit le résultat trouvé à la question A.2, on prendra comme module de la résultante de l'action exercée par le vérin d'escamotage, $\|\vec{F}\| = 420 \text{ N}$.

Le vérin d'escamotage est alimenté en air comprimé à une pression de 0,6 MPa.

Rappel : L'escamotage consiste en une rotation de 1 d'amplitude 95° autour de l'axe (O, \vec{X}) , à partir de la position repos (voir page 6).

- Déterminer graphiquement la course utile du vérin lors de l'escamotage en construisant l'épure nécessaire sur le document réponse page 16 (*Définition de la course du vérin*).
Attention : l'épure est tracée à l'échelle 0,5
Remarque : cette question et ce document sont communs aux études A et C.
- Justifier le choix du vérin d'escamotage en prenant un taux de charge $\tau = 0,9$ et une course standard. La référence du vérin est à définir en utilisant le document page 9 (*VERINS ISO 6431*).

VERINS NORMALISES ISO 6431



Références		DNG + alésage + course			
Fluide		Air comprimé filtré, lubrifié ou non lubrifié			
Pression de service max. admissible		1,2 MPa (alésages 160 à 320 : 1 MPa)			
Plage de température		-20 à +80° (tenir compte de la plage d'utilisation des capteurs de proximité)			
Alésage mm	Courses standards mm	Courses min. - max. mm	Poussée sous 0,6 MPa (valeurs théoriques) N	Force de rappel sous 0,6 MPa (valeurs théoriques) N	Raccord
32	25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	10 à 2000	482	415	G 1/8
40			753	633	G 1/4
50			1178	990	G 1/4
63			1870	1682	G 3/8
80			3015	2720	G 3/8
100			4712	4418	G 1/2
125			7360	6880	G 1/2
160			12064	11310	G 3/4
200			18850	18096	G 3/4
250			29450	28270	G 1
320			48250	46380	G 1

Etude B : répondre sur feuille(s) de copie distincte(s)

Problème technique à résoudre : valider le choix de l'arbre d'entraînement et de ses paliers de guidage.

HYPOTHESE

Le dispositif d'escamotage est en position d'équilibre et en phase de début d'escamotage (voir schéma page 7). On admettra que cette position est la plus défavorable.

QUESTIONS

B.1) Isoler 1, réaliser le bilan des actions mécaniques extérieures et montrer que le modèle est isostatique.

Remarques :

- Les coordonnées des torseurs seront exprimées dans la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.
- Cette question étant commune aux études A et B, ne pas la traiter si vous avez déjà répondu à la question A.1.

B.2) Déterminer les coordonnées des actions exercées par les paliers 2 → 1 et 3 → 1.

En déduire les charges radiales sur les paliers $\|\vec{R}_B\|$ et $\|\vec{R}_C\|$.

B.3) Validation de la longueur des paliers de guidage de l'arbre d'entraînement.

Quels que soient les résultats trouvés à la question B.2, on prendra :

Charge radiale sur le palier 2 : $\|\vec{R}_B\| = 1070 \text{ N}$

Charge radiale sur le palier 3 : $\|\vec{R}_C\| = 600 \text{ N}$

Les liaisons en B et C sont réalisées par des bagues en bronze fritté guidant un arbre en acier nuance C 35.

L'ajustement de l'arbre dans les paliers en B et C est : **Ø 35 H7 f8**

Dimension normalisée	Ecart supérieur (mm)	Ecart inférieur (mm)
35 H7	+ 0,025	+ 0
35 f8	- 0,025	- 0,064

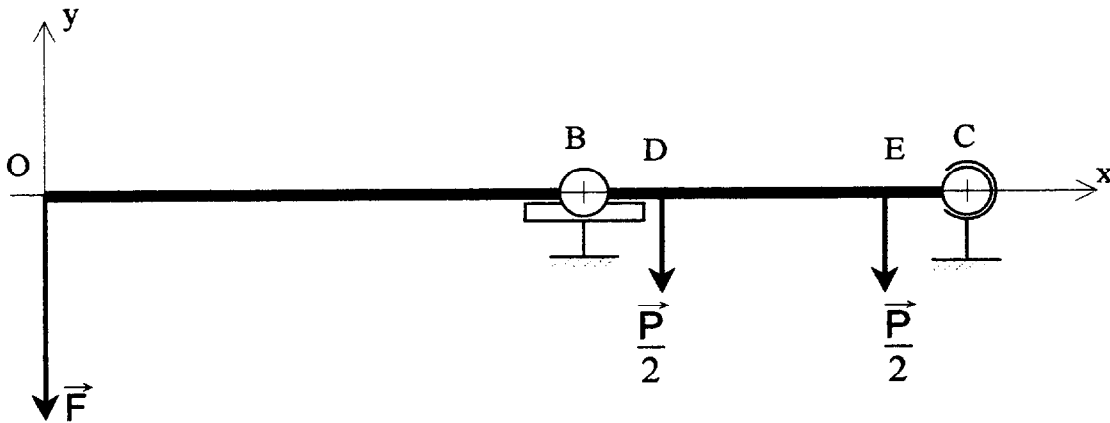
La longueur de guidage des paliers en B et C est de 25 mm.

- Vérifier la tenue au matage des bagues en bronze 2 et 3 en utilisant la notice de calcul des axes d'articulation (page 12).

Remarque : On se placera dans le cas où le jeu entre les bagues et l'arbre est maximum.

B.4) Résistance de l'arbre d'entraînement en flexion.

Pour cette question, on négligera les phénomènes de torsion. La modélisation retenue pour étudier le comportement en flexion de l'arbre d'entraînement du support escamotable est la suivante :



Dimensions :

OB = 375 mm

BC = 250 mm

BD = 50 mm

EC = 50 mm

Ø de l'arbre = 35 mm

Liaisons parfaites :

En B : linéaire annulaire

En C : rotule

Actions mécaniques :

Action du levier sur l'arbre : $\|\vec{F}\| = 420 \text{ N}$

Action du support sur l'arbre : $\|\vec{P}\| = 48 \text{ N}$

On admettra que l'étude de l'équilibre de l'arbre en statique donne les résultats suivants :

Résultantes des actions de liaison sur l'arbre en B et C (en N) :

\vec{R}_B	$\begin{vmatrix} 0 \\ 1090 \\ 0 \end{vmatrix}$	\vec{R}_C	$\begin{vmatrix} 0 \\ -610 \\ 0 \end{vmatrix}$
-------------	--	-------------	--

Dans le tronçon OB :

- Calculer le moment fléchissant.
- Tracer le graphe du moment fléchissant.
- Donner la valeur du moment fléchissant maximum.
- Calculer la contrainte normale maximum σ .
- La limite élastique de l'acier utilisé est $R_{e \text{ mini}} = 335 \text{ MPa}$. Que peut-on conclure sur la résistance de l'arbre ?

B.5) Rigidité de l'arbre d'entraînement

- Donner la valeur de la flèche de l'arbre d'entraînement au point O.
Utiliser pour cette question les résultats de la page 13 (Résolution par logiciel).
- Vérifier la rigidité de l'arbre d'entraînement. On admettra dans ce cas que la rigidité de l'arbre est satisfaisante si $|f| < L / 250$ (L : longueur du tronçon OB, f : flèche en O).

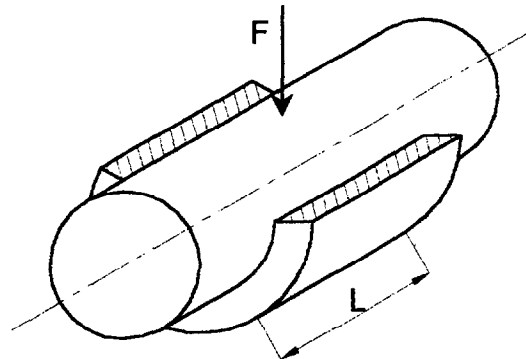
NOTICE DE CALCUL DES AXES D'ARTICULATION AU MATAGE

Extrait du "MEMENTO DU FROTTEMENT" de la société HYDROMECHANIQUE ET FROTTEMENT, 42160 ANDREZIEUX-BOUTHEON

Calcul de la pression de contact P suivant le modèle de Hertz

$$P = \frac{Q}{\pi \times \sqrt{\frac{Q(K_1 + K_2)(R_1 \times R_2)}{(R_2 - R_1)}}}$$

$$Q = \frac{F}{L}$$



Variable	Désignation	Unité utilisée
P	Pression de contact	daN/mm ²
Q	Charge unitaire	daN/mm
F	Charge radiale	daN
L	Longueur du palier	mm
R ₁	Rayon de l'arbre	mm
R ₂	Rayon de l'alésage	mm
K ₁	Coefficient hertzien de l'arbre	
K ₂	Coefficient hertzien de l'alésage	

Condition de résistance

P < Pression de matage tolérée par le matériau

Extraits du tableau des caractéristiques des matériaux usuels

Matériau	Re mini (MPa)	P matage (MPa)	K Coefficient hertzien
<i>Arbres</i>			
C 35	335	150	1,37 x 10 ⁻⁵
<i>Paliers</i>			
Bronze fritté		25	2,80 x 10 ⁻⁵

- ETUDE B - RESOLUTION PAR LOGICIEL

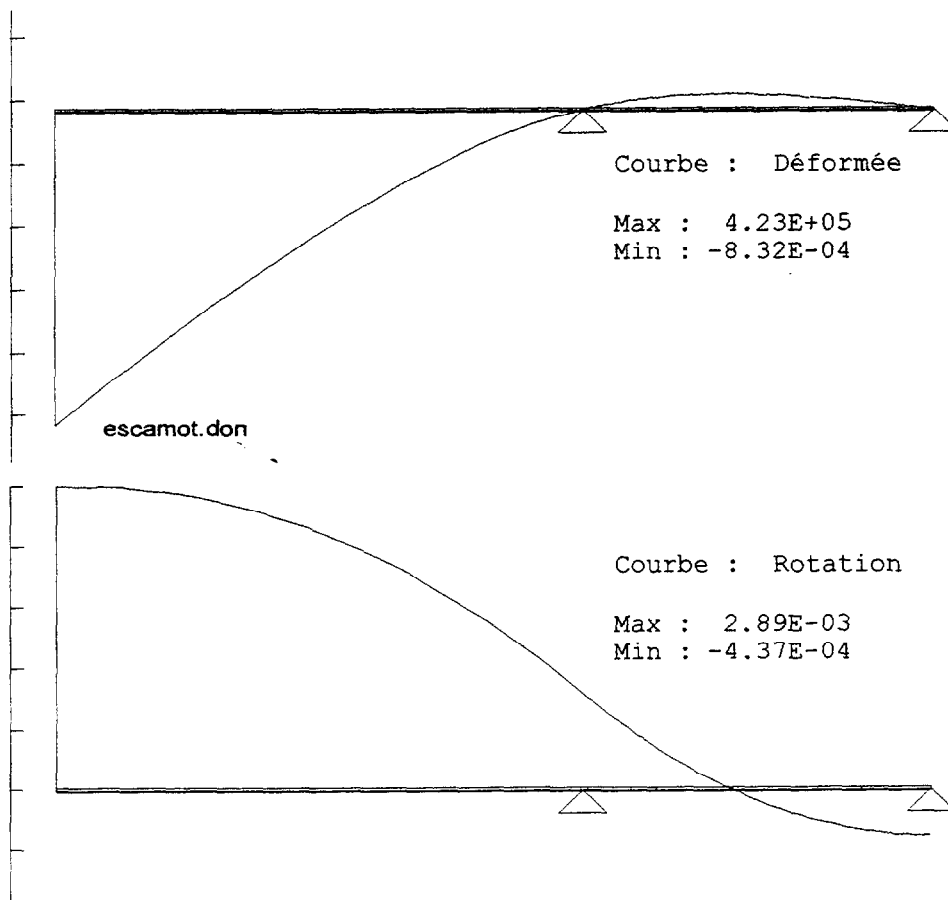
Résultats correspondants au fichier d'entrée : escamot.don

	Maxi	Mini	Unité
Dep=	4.23E-05	-8.32E-04	m
Ang=	2.89E-03	-4.37E-04	rd

Caractéristiques aux points particuliers

Travée No	Abscisse sur la travée (m)	Abscisse sur la poutre (m)	Fleche (m)	Rotation (Rd)
0	0.000E+00	0.000E+00	-8.322E-04	2.887E-03
1	0.000E+00	3.750E-01	1.084E-19	8.828E-04
2	0.000E+00	4.250E-01	3.170E-05	4.037E-04
3	0.000E+00	5.750E-01	2.101E-05	-3.859E-04
3	5.000E-02	6.250E-01	-1.037E-20	-4.373E-04

Courbes de déformée et de rotation



Etude C : répondre sur feuille(s) de copie distincte(s)

Problème technique à résoudre : choisir l'amortisseur de fin de course pour la position support escamoté.

La modélisation retenue pour étudier le comportement en rotation du support de l'outil à ventouses est définie page 7.

La méthode proposée est celle utilisée par certains constructeurs. Elle consiste à dire que l'énergie à absorber par l'amortisseur est identique à l'énergie cinétique qu'aurait le mobile au moment du choc, amortisseur absent.

QUESTIONS

C.1) Travail des forces extérieures.

Rappel : L'escamotage consiste en une rotation de 1 d'amplitude 95° autour de l'axe (O, \vec{x}) , à partir de la position repos (voir pages 6 et 7).

- Calculer W_P le travail du poids de 1 lors de l'escamotage.
- Déterminer graphiquement la course utile du vérin lors de l'escamotage en construisant l'épure nécessaire sur le document réponse page 16 (*Définition de la course du vérin*).
Remarque : cette question et ce document sont communs aux études A et C.
- Calculer W_V le travail de l'action mécanique exercée par le vérin $0 \rightarrow 1$ lors de la phase d'escamotage. On admettra que le module de l'action du vérin $0 \rightarrow 1$ reste constant lors de l'escamotage et de valeur : $\|\vec{F}\| = 380 \text{ N}$.

C.2) Travail d'amortissement et vitesse en fin d'escamotage

Hypothèse particulière : pour traiter cette question, on considèrera que l'amortisseur de fin de course n'est pas présent dans le mécanisme.

- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique et en considérant le référentiel \mathcal{R} Galiléen, calculer $T_{1/\mathcal{R}}$ l'énergie cinétique de 1 en fin d'escamotage dans \mathcal{R} .
- En déduire W_A le travail d'amortissement que devra réaliser l'amortisseur de fin de course pour la position support escamoté.
- Indiquer $J_{1/(O, \vec{x})}$ la valeur du moment d'inertie de 1 par rapport à l'axe (O, \vec{x}) .
- Calculer V la vitesse du point $K \in 1 / 0$ en fin d'escamotage.

C.3) Choix de l'amortisseur de fin de fin de course pour la position support escamoté.

Données :

- vitesse d'impact : $V = 1,2 \text{ m.s}^{-1}$
- fréquence de fonctionnement du dispositif d'escamotage : 12 cycles / heure.

Choisir l'amortisseur de fin d'escamotage en utilisant les résultats de la question précédente et l'extrait de documentation ci-dessous.

AMORTISSEURS HYDRAULIQUES REGLABLES				FESTO
SERIE YSR				
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES				
Type	Force d'impact maxi (N)	Travail d'amortissement (J)		Vitesse d'impact maxi (m/s)
		Par cycle	Par heure	
YSR-8-8B	400	4	18000	3
YSR-12-12	900	10,8	24000	3
YSR-16-20	1600	32	130000	3
YSR-20-25	2500	62,5	180000	3
YSR-25-40	4000	160	293000	3
YSR-32-60	6400	380	438000	3

Examen ou concours :

Série* :

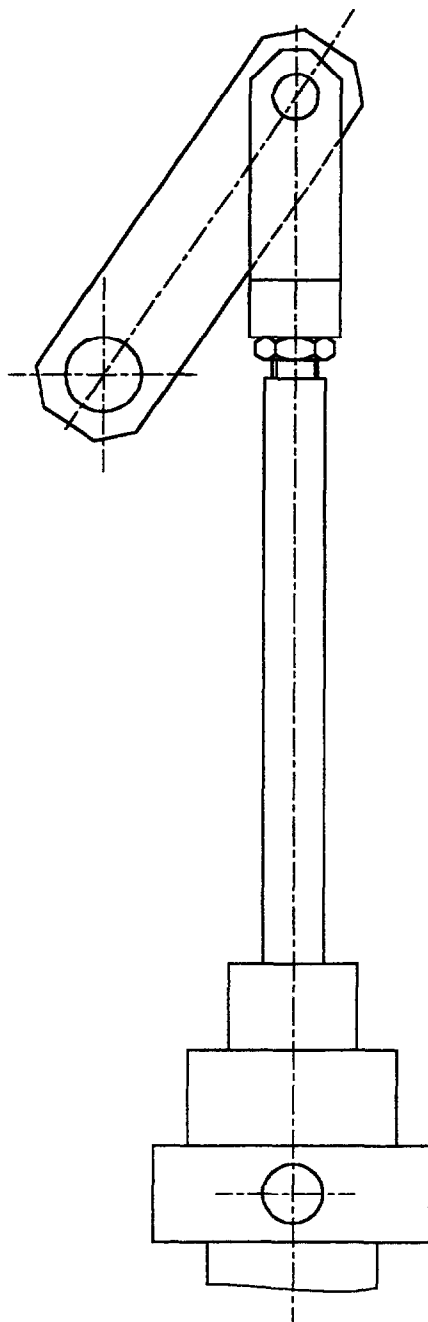
Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

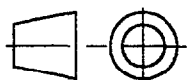
Echelle : 0,5



Définition de la course du vérin

Ech. 1 : 2

VERIN D'ESCAMOTAGE



Document réponse