

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
Série Sciences et Techniques Industrielles
Spécialité : Génie mécanique Options A et B

SESSION 1997

Epreuve : Etude des constructions

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

ACTIONNEUR de VANNE

Aucun document n'est autorisé

Moyens de calcul autorisés:

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome. non imprimante, autorisée conformément à la circulaire N°86.228 du 26 juillet 1986.

Ce sujet comprend 3 dossiers :

- Dossier technique (DT1 à DT5)
- Dossier de travail (6 pages)
- Dossier réponse (DR1 à DR7)

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copies ou lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents "réponse" prévus à cet effet.

Tous les documents "réponse" sont à rendre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte **5** documents numérotés de **DT1** à **DT5**.

DT1 et **DT2** : Texte de présentation de l'actionneur de vannes.

DT3 : Perspective d'une partie du mécanisme.

DT4 : Dessin d'ensemble de l'actionneur.

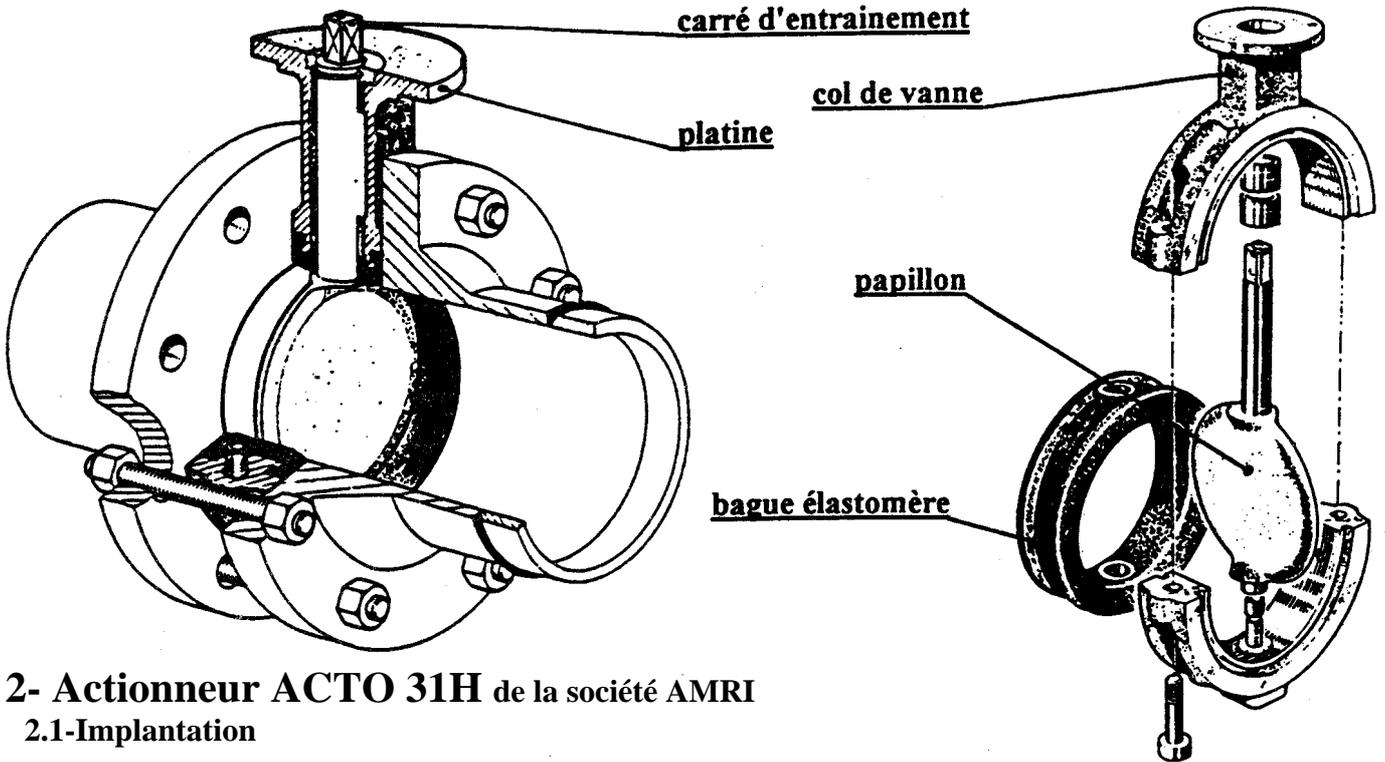
DT5 : Nomenclature.

ACTIONNEUR DE VANNE - Présentation générale

1- Mise en situation

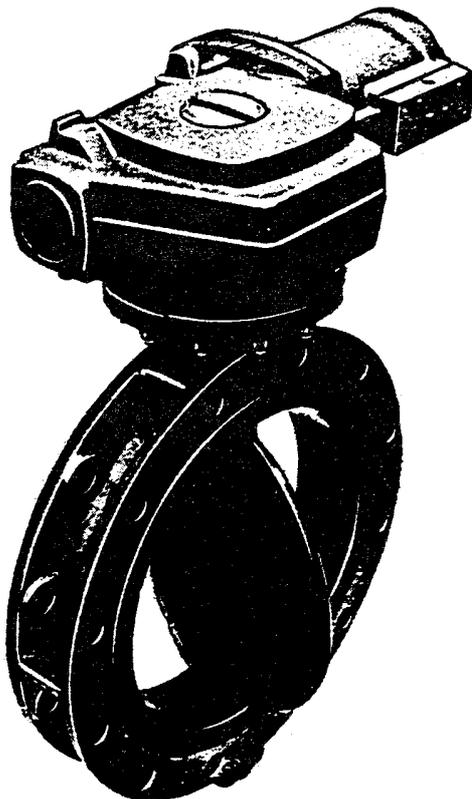
Dans les industries agro-alimentaires, chimiques, et pétrolières il est nécessaire de transvaser des produits liquides, pâteux ou pulvérulents. Le transfert de ces produits est réalisé par un réseau de conduites sur lesquelles sont placées des vannes à commande manuelle ou motorisée.

Ces vannes ou robinets ont pour fonction de réguler, d'interrompre ou de rétablir les écoulements dans les conduites et cela avec la garantie d'une étanchéité totale et durable.

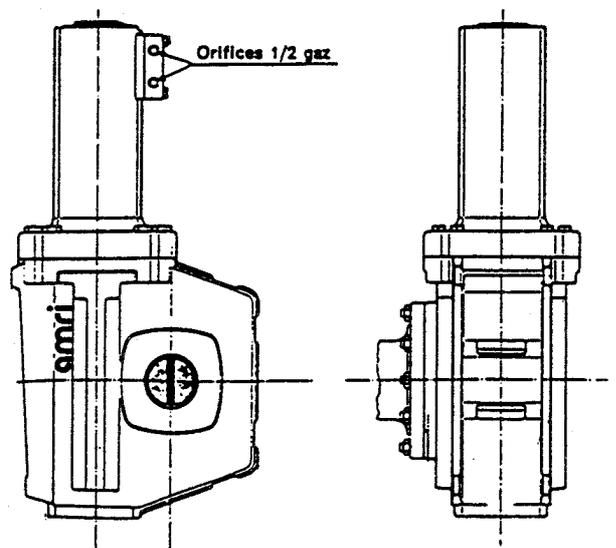


2- Actionneur ACTO 31H de la société AMRI

2.1-Implantation



Le carter de l'actionneur est bridé sur la platine du corps de la vanne. L'élément de puissance est un vérin hydraulique fixé au carter de



l'actionneur.

Document DT1

2.2- Caractéristiques Générales

L'actionneur **ACTO 31H** de la Société AMRI permet de motoriser les vannes. Il est alimenté par une pression de **60 bar** (1 bar = 0,1 N/mm²) et il agit sur le carré d'entraînement solidaire du papillon qui fait office d'obturateur de la vanne.

Les caractéristiques générales de cet actionneur en font, selon le constructeur, un produit tout particulièrement adapté pour :

- 1 - assurer la rotation du papillon de un quart de tour de la position fermée à la position ouverte et réciproquement.
- 2 - interrompre très progressivement le débit afin d'éviter les coups de bélier générateurs de surpressions dangereuses pour les conduites.
- 3 - fournir un couple moteur **C_m** plus important au voisinage de la position fermée. En effet, pour ces positions la composante principale du couple résistant **C_r** augmente lorsque le papillon déforme la bague en élastomère qui fait office de joint d'étanchéité.
- 4 - assurer un verrouillage mécanique en position fermée.

2.3- Structure interne

L'actionneur **ACTO 31H** est défini par un dessin d'ensemble (**document DT4**) et la nomenclature associée (**document DT5**). Une perspective éclatée (**document DT3**) permet de mettre en situation l'actionneur par rapport au papillon de la vanne.

2.4- Principe de fonctionnement (voir documents **DT3** et **DT4**)

Pendant la **phase d'ouverture** de la vanne, la tige **2** d'un vérin double-effet « sort » et entraîne une noix **9**. Cette noix porte deux tourillons d'axe AZ sur lesquels s'articulent deux galets **5** qui se déplacent, parallèlement à l'axe OX du vérin, dans deux pistes du carter **1**. **Le point A centre de la noix est ainsi astreint à se déplacer selon l'axe OX.**

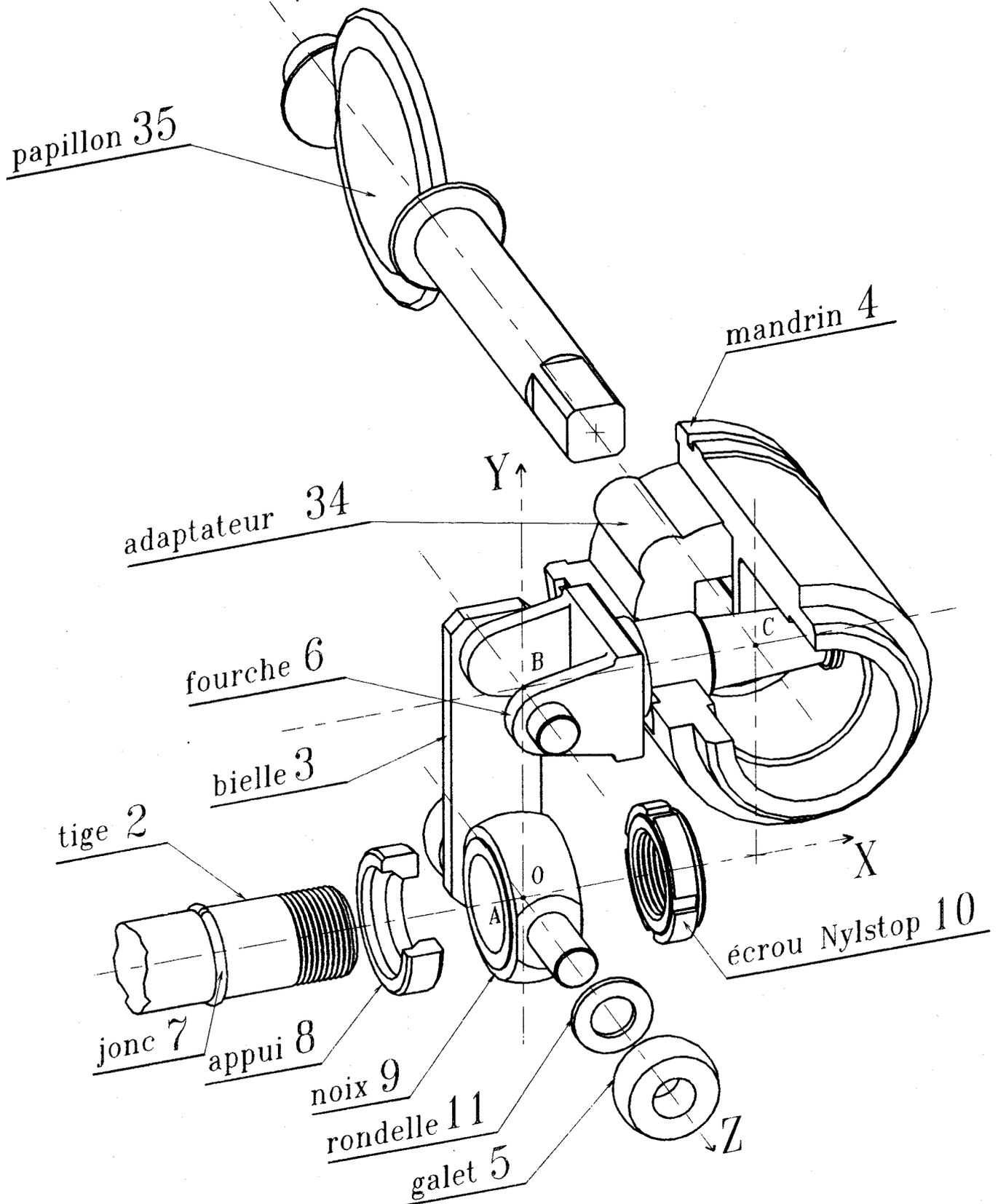
Le déplacement de la noix **9** provoque, par l'intermédiaire de deux bielles **3** articulées d'une part sur les tourillons de la noix **9** et d'autre part sur la fourche **6** liée complètement au mandrin **4**, la rotation du papillon de la vanne.

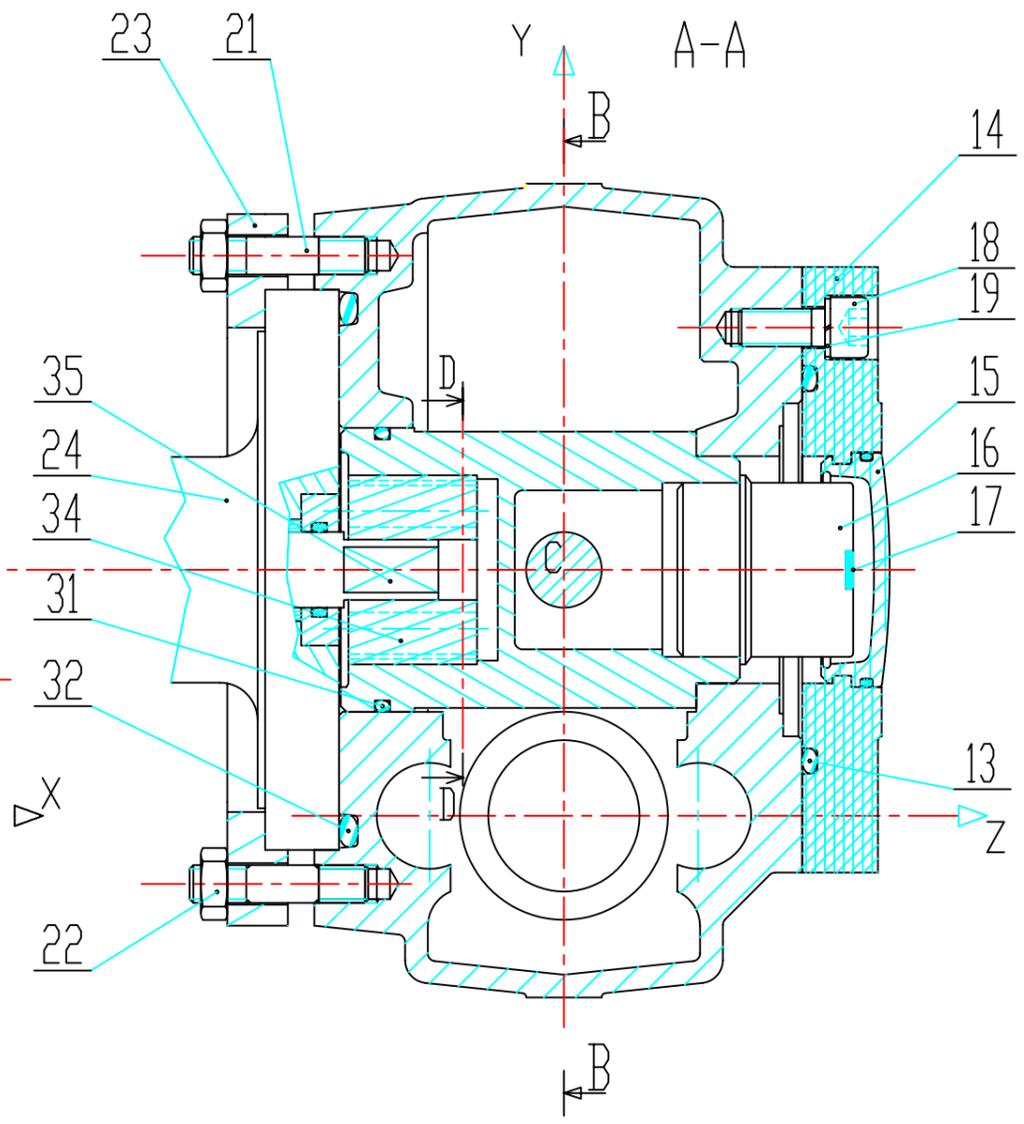
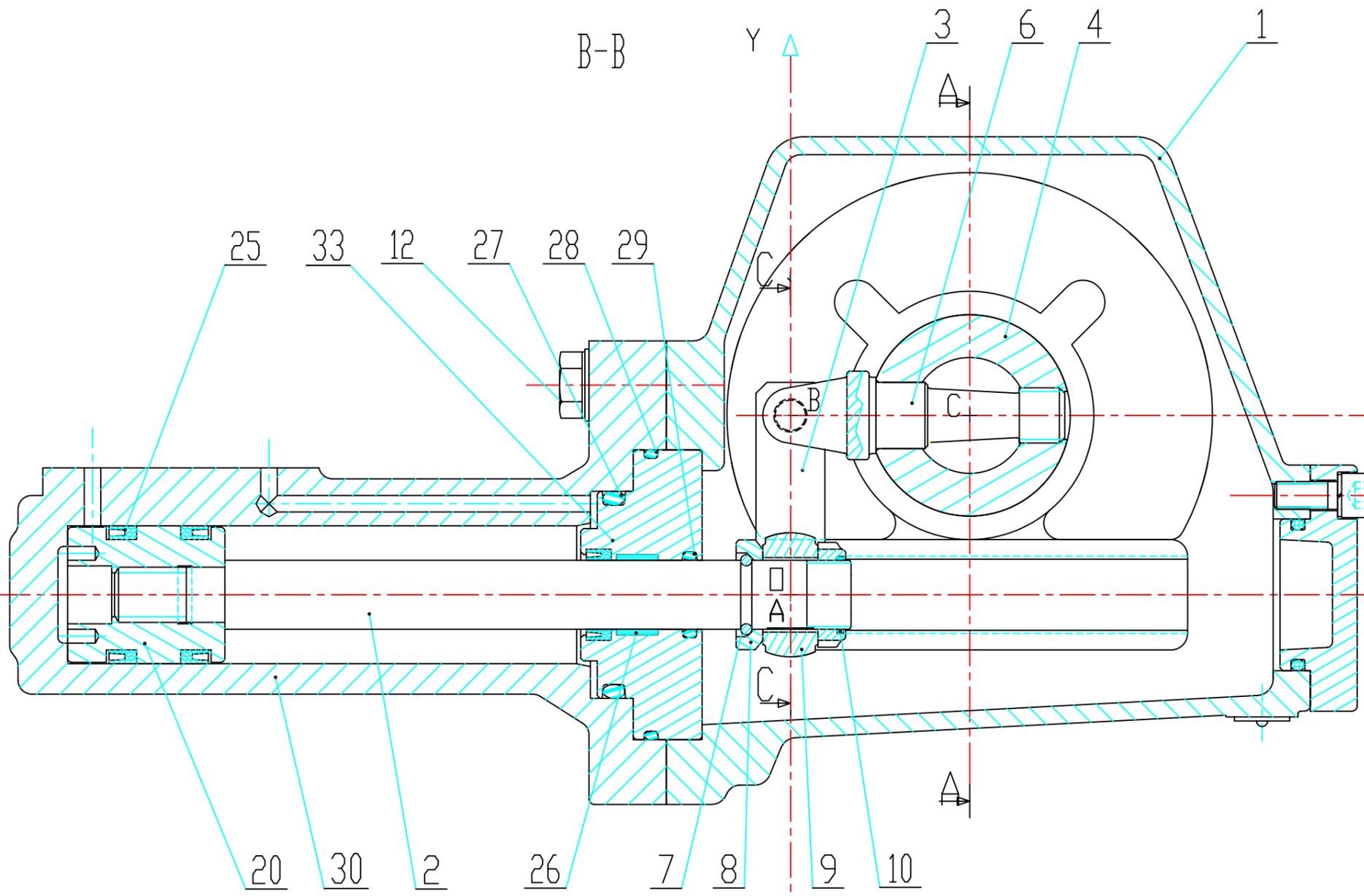
La « rentrée » de la tige **2** du vérin provoque la fermeture de la vanne.

Un adaptateur **34** en acier fritté est logé dans le nez du mandrin. Son remplacement permet d'utiliser un même actionneur avec des vannes dont les dimensions des carrés d'entraînement sont différentes.

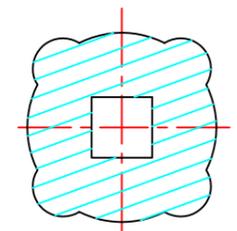
La perspective éclatée de ce document représente une partie des pièces du mécanisme de l'actionneur **ACTO 31H**.

La deuxième bielle 3 n'a pas été représentée. Le mandrin 4 et l'appui 8 ont été en partie coupés. L'ensemble est en position correspondant à la vanne fermée. Dans cette position, le point **A** est confondu avec le point **O**.

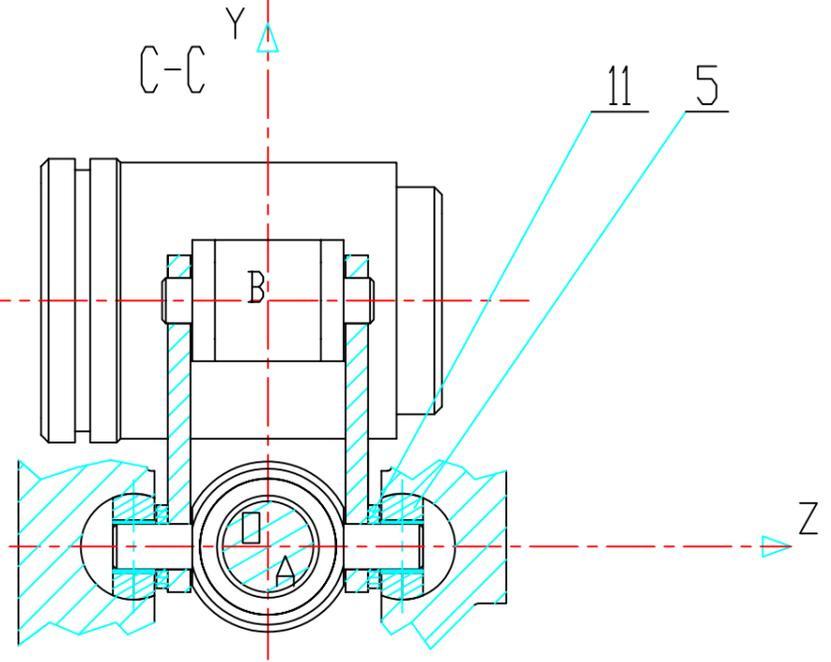




Section D-D de la pièce 34



Coupe partielle CC
La noix 9 et la fourche 6
ne sont pas coupées



 Format: A3 Ech. 1:2	ACTIONNEUR DE VANNE		
	ACTO 31H		
	SOCIETE AMRI		DT4

Nomenclature partielle
Certains matériaux font l'objet d'une double désignation (Norme 1995 et ancienne norme)

35	1	Papillon		
34	1	Adaptateur	Acier fritté	
33	1	Flasque de guidage	F G L 20	
32	1	Joint torique	Nitrile HT.	
31	1	Joint torique	Nitrile HT.	
30	1	Cylindre	F G S 370 17	
29	1	Joint torique	Nitrile HT.	
28	1	Joint torique	Nitrile HT.	
27	1	Joint torique	Nitrile HT.	
26	1	Coussinet de guidage	Acétal	
25	2	Joint à lèvres		SMIRIT
24	1	Corps de vanne		
23	1	Bride de platine de vanne		
22	12	Ecrou H	X 2 Cr Ni 18-10 (Z2 CN 18-10)	
21	12	Goujon	X 2 Cr Ni 18-10 (Z2 CN 18-10)	
20	1	Piston		Moulé continu
19	3	Rondelle Grower		
18	3	Vis CHc M8	X 6 Cr Ni 18-9 (Z6CN 18-9)	
17	1	Index	Polyamide 6	Rouge
16	1	Moyeu d'index	Polyamide 6	Blanc
15	1	Hublot	Polyamide 6	Transparent
14	1	Chapeau	Plastique	Thermodurcissable
13	1	Joint torique	Nitrile HT.	
12	4	Vis H M 14	X 6 Cr Ni 18-9 (Z6CN 18-9)	
11	2	Rondelle	Rilsan	
10	1	Ecrou Nylstop		
9	1	Noix	14 Ni Cr Mo 6 (14 NCD 6)	
8	1	Appui		Phosphaté
7	1	Jonc	C 70 (XC 70)	
6	1	Fourche	14 Ni Cr Mo 6 (14 NCD 6)	Cémenté
5	2	Galet		
4	1	Mandrin		
3	2	Bielle	E 330 (E 33)	Phosphaté
2	1	Tige de piston	C 38 (XC 38)	Chromé
1	1	Carter		
Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observations
ACTIONNEUR de VANNE - AMRI				

DOSSIER
" TRAVAIL DEMANDE "

Ce dossier comporte 6 pages et le sujet est constitué de cinq parties.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante:

Lecture du sujet.....	0h 30
1ère partie.....	1h 30
2ème partie.....	1h
3ème partie.....	0h 30
4ème partie.....	1h
5ème partie.....	1h 30

Il est recommandé aux candidats de traiter prioritairement la 1ère partie: elle aide à la compréhension du mécanisme.

Les parties 2, 3, 4, et 5 peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

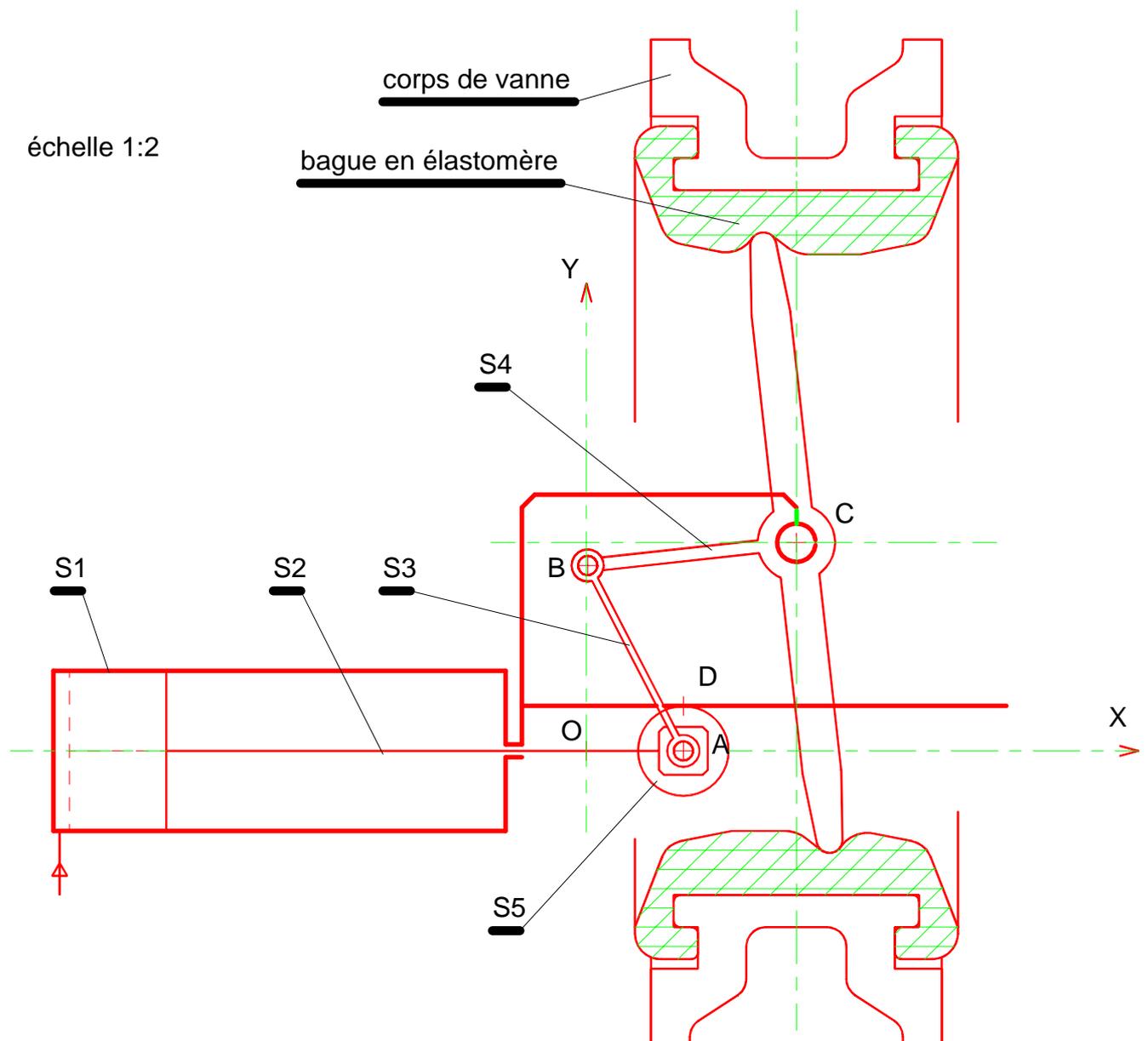
1ère partie: ANALYSE DU FONCTIONNEMENT - ETUDE CINEMATIQUE

Cette première partie vise à la compréhension du fonctionnement du mécanisme et à la vérification de conditions de bon fonctionnement. Elle utilise les documents **DT4** et **DT5**.

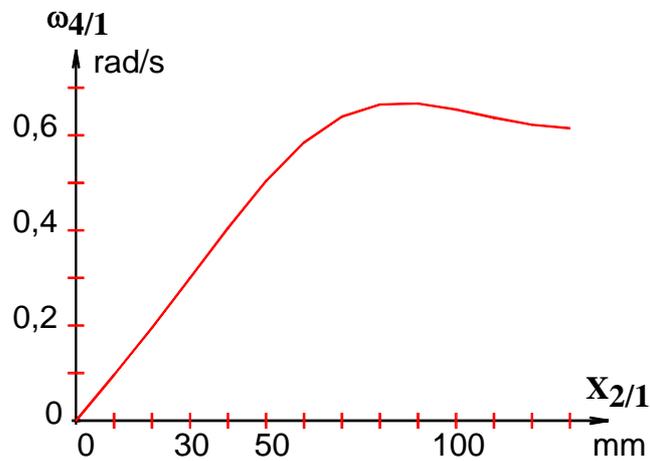
L'étude cinématique de l'actionneur sera conduite dans le plan OXY.

- On notera **S1** l'ensemble des pièces immobiles, le carter **1** étant alors pris pour référence.
- On notera **S2** l'ensemble des pièces animées du même mouvement que la tige **2** du vérin.
- On notera **S3** l'ensemble constitué par les bielles **3**.
- On notera **S4** l'ensemble des pièces animées du même mouvement que le mandrin **4**.
- On notera **S5** l'ensemble constitué par les galets **5**.

La figure ci-dessous représente le schéma de principe du mécanisme en projection dans le plan OXY . Le point A du solide **S2** s'est déplacé de $X_{2/1} = 30 \text{ mm}$ et le solide **S4** a alors tourné de $\theta_{4/1} = 6,3^\circ$ par rapport à la position vanne fermée .



- 1-1** Rechercher et identifier par leur repère toutes les pièces appartenant au solide **S2** animé d'un mouvement de translation rectiligne de direction **OX**.
- 1-2** Rechercher et identifier par leur repère toutes les pièces appartenant au solide **S4** animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe **Z**.
- 1-3** Indiquer en quelques phrases concises comment est réalisée la liaison pivot d'axe **Z** entre le mandrin **4** et le carter **1**.
- 1-4** On se propose dans la phase d'ouverture de la vanne de mettre en relation la rotation du mandrin **4** avec la position de la tige **2** du vérin (à laquelle on associe la position occupée par le centre A de la noix **9** le long de l'axe **OX**). Cette étude sera conduite sur le document réponse **DR1** dont les figures 1 et 2 représentent respectivement à l'échelle **1:2**, le papillon en position « vanne fermée » et en position « vanne ouverte ». Un logiciel de simulation a permis d'obtenir la courbe de la figure 3 du document réponse **DR1** qui donne la rotation en degrés du mandrin **4** ($\theta_{4/1}$) en fonction de la position de la tige **2** du vérin ($X_{2/1}$).
- 1-4-1** Représenter, sur la figure 2 du document réponse **DR1**, les trajectoires des points A et B associées respectivement aux mouvements de **S2** et de **S4** dans la phase d'ouverture de la vanne. On indiquera également sur cette figure les positions occupées par les points A et B lorsque la vanne est fermée.
- 1-4-2** **En déduire** la valeur de la course de la tige **2** du vérin sachant que $AB = BC = 65$ mm. Reporter cette valeur sur la figure 3 du document réponse **DR1**.
- 1-5** L'étude qui suit a pour but l'étude de la vitesse angulaire de rotation du mandrin **4** en phase de fermeture de la vanne. Cette étude, à caractère essentiellement cinématique, sera conduite à partir de deux positions particulières du mécanisme qui sont représentées sur le document réponse **DR2** (les figures 1 et 2 représentent la bielle **3** respectivement pour $X_{2/1} = 30$ mm et pour $X_{2/1} = 0$ en position « vanne fermée »).
- 1-5-1** Que peut-on dire des vecteurs vitesse $\vec{V}_{A,S2/S1}$ et $\vec{V}_{A,S3/S1}$? Justifier votre réponse.
- 1-5-2** Que peut-on dire des vecteurs vitesse $\vec{V}_{B,S3/S1}$ et $\vec{V}_{B,S4/S1}$? Justifier votre réponse.
- 1-5-3** Tracer sur le document **DR2**, pour les 2 positions du mécanisme, le vecteur vitesse $\vec{V}_{B,S3/S1}$ sachant que la tige du vérin rentre à la vitesse de 40 mm/s en phase de fermeture de la vanne. Les constructions graphiques seront effectuées sur le document **DR2** et justifiées sur feuille de copie.
- 1-5-4** En déduire dans chacune des deux positions étudiées, la vitesse angulaire de rotation en rad/s du mandrin **4** par rapport au corps **1**. Justifier votre réponse.
- 1-5-5** On se propose de vérifier que l'actionneur étudié permet d'assurer une fermeture progressive de la vanne. La courbe ci-après, obtenue à l'aide d'un logiciel de simulation, donne la vitesse angulaire de rotation du mandrin **4** dans son mouvement par rapport au corps **1** en fonction de la position de la tige **2** du vérin (dont la vitesse est supposée constante et égale à 40 mm/s).



- Interpréter la courbe, quant à la progressivité de la fermeture de la vanne, lorsque la tige du vérin rentre de $X_{2/1} = 50$ à $X_{2/1} = 0$ (Répondre sur feuille de copie).

2ème partie : Etude STATIQUE des performances du mécanisme

Le constructeur dans sa documentation technique, précise que l'actionneur ACTO 31H peut fournir un « couple moteur C_m » toujours supérieur au « couple résistant C_r » réellement nécessaire pour actionner la vanne. Cette partie du sujet vise à vérifier cette affirmation.

Hypothèses et données :

- les poids des diverses pièces, faibles devant les actions mécaniques exercées, seront négligés.
- les frottements seront négligés dans toutes les liaisons.
- la résistance au roulement entre les galets 5 et le corps 1 est négligée.
- les actions mécaniques exercées :
 - par la noix 9 sur les deux bielles 3
 - par la fourche 6 sur les deux bielles 3
 - par les deux pistes du corps 1 sur les deux galets 5

sont, pour chacune d'elles, représentables par des glisseurs situés dans le plan (XY) du mécanisme.

- le « couple moteur C_m », au sens où l'entend le constructeur, correspond au moment par rapport à l'axe Z passant par le point C (voir document réponse **DR3**) du glisseur représentant l'action mécanique des deux bielles 3 sur la fourche 6. Il s'exerce par l'intermédiaire des bielles, de la fourche et du manchon sur le carré d'entraînement du papillon. Il est déterminé pour une poussée du piston supposée constante tout au long de sa course et prise égale à **1200 daN** (pour une pression d'alimentation de 60 bars).
- le « couple résistant C_r » est déterminée expérimentalement. Il s'exerce sur le papillon. Il a notamment pour origine la déformation par le papillon au cours de la manœuvre de la vanne, de la bague élastomère qui fait office de joint d'étanchéité.
- la position retenue pour l'étude proposée (voir document **DR3**) correspond à une sortie de la tige du vérin de 30 mm.

2.1 Détermination de l'effort transmis par les deux bielles 3 .

2.1.1 - Le glisseur représentant l'action mécanique exercée par les deux bielles **3** sur la fourche **6** est porté par la droite AB (voir document **DR3**). Justifier cette affirmation en isolant une bielle **3**.

2.1.2. - En étudiant l'équilibre du système (noix **9** + galets **5** + bielles **3**) représenté que la figure 2 du document **DR3**, rechercher le représentant de l'action mécanique exercée par la fourche **6** sur les bielles **3**.

Données supplémentaires :

– Dans la situation étudiée, l'action de la tige **2** du vérin est transmise à la noix **9** par l'intermédiaire de l'appui **8**. L'action mécanique exercée par l'appui **8** sur la noix **9** est représentable en A par un glisseur.

$$\{T_{8/9}\} = A\{\overrightarrow{F_{8/9}}, \vec{0}\} \text{ ou sous une autre forme : } \left. \begin{matrix} 1200 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{xyz}$$

Le module de 1200 daN associé à cette action est obtenu pour la pression maxi d'alimentation du vérin.

– On admettra l'existence d'un contact ponctuel en D entre le galet **5** et le corps **1**. Le glisseur représentant l'action mécanique du corps **1** sur les galets **5** est porté par une droite parallèle à l'axe Y.

Remarque :

La méthode de résolution graphique est recommandée pour cette question. Le candidat qui souhaiterait résoudre analytiquement peut relever sur le document réponse **DR3** à l'échelle les dimensions qui lui sont nécessaires (on précise pour cela que la bielle **3** a tourné de 27° autour de l'axe AZ depuis sa position initiale.

2.2 Vérification du couple moteur C_m

Quels que soient les résultats de la question précédente on prendra pour représentant de l'action mécanique exercée par les deux bielles **3** sur la fourche **6** un glisseur porté par la droite AB (voir document DR3) et de module égal à 2622 daN.

2.2.1- Dans la position du mécanisme qui correspond à la figure 1 du document réponse **DR4** et sachant que le point A a alors pour coordonnées (- 35, - 65,0) dans le repère (C,x,y,z) calculer le module du moment par rapport à l'axe Z passant par le point C de l'action des deux bielles **3** sur la fourche **6**. Quelle conclusion peut-on en tirer sachant que le couple résistant C_r a une valeur de 90 daN.m dans cette position du mécanisme ?

2.2.2- Les deux courbes de la **figure 2** du document **DR4** représentent la variation du couple moteur C_m et du couple résistant en fonction du déplacement de la tige du vérin.

- La courbe du document **DR4**, qui caractérise le couple moteur a été obtenue à l'aide d'un logiciel de simulation pour une poussée supposée constante du piston et prise égale à 1200 daN (qui correspond à la pression maximum d'alimentation de 60 bars).
- Le couple résistant a été, rappelons-le, déterminé expérimentalement.

Comparer ces deux courbes et vérifier l'affirmation du constructeur concernant la capacité de l'actionneur ACTO 31H à manœuvrer la gamme de vérins caractérisée par le couple résistant C_r donné.

3ème partie : RESISTANCE DES MATERIAUX -

Le constructeur a choisi de réaliser les bielles **3** en acier E 330.

Cet acier a pour caractéristiques: $R_e = 330 \text{ MPa}$ et $R = 600 \text{ MPa}$.

On se propose par une étude en résistance des matériaux de valider le choix du constructeur.

Données :

On retiendra pour cette étude une valeur maximum, du module de l'effort de traction exercé sur une bielle, égale à 13000 N.

Une bielle a une épaisseur de 6 mm et une largeur de 25 mm. Les alésages aux deux extrémités ont des diamètres de 12 mm.

Toutes les réponses à cette troisième partie seront apportées sur le document **DR5** .

3.1- Déterminer la contrainte normale dans la section S (voir **figure 1** du document **DR5**)

3.2- Une étude informatique locale au niveau de la section S' (voir **figure 2** du document **DR5**) a permis de déterminer une contrainte normale maximale qui est égale à 300 Mpa. En déduire la valeur du coefficient de sécurité adopté.

3.3- En appliquant la loi de Hooke (loi reliant contrainte et déformation), évaluer l'allongement d'une bielle **3**. Pour ce calcul approché, on prendra :

.longueur initiale d'une bielle = 65 mm

.E = 200 000 MPa

3.4- Conclure quant à la validité du choix du constructeur.

4ème partie : DEFINITION D'UNE PIECE

Sur le document **DR6**, le dessin de définition du mandrin **4** est ébauché.

4.1- Compléter le dessin de définition du mandrin **4**.

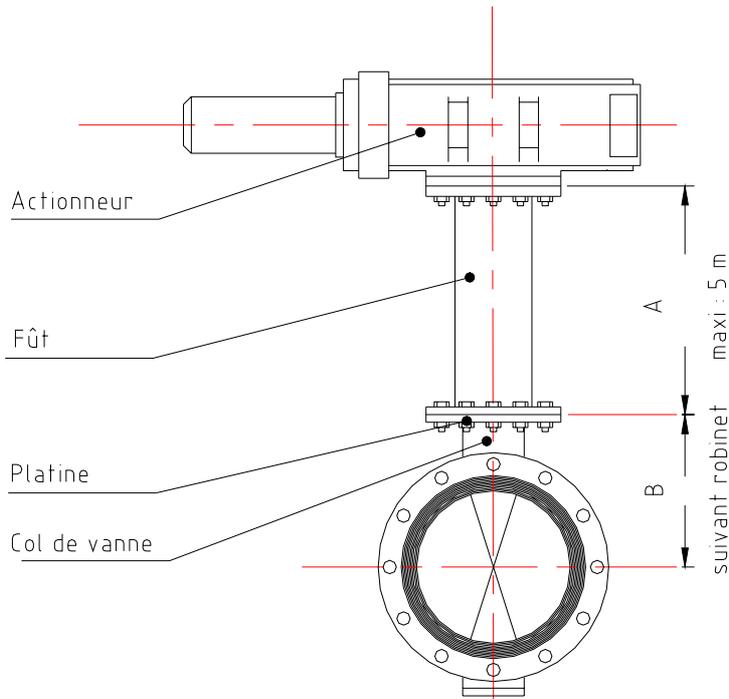
- Vue de face coupe **BB**
- Demi-vue de gauche.
- Vue de dessus avec demi-coupe **AA**

Ne dessiner aucun trait caché.

5ème partie : Modification d'une solution constructive

Pour certaines installations, il est nécessaire d'éloigner l'actionneur de la vanne. Ceci permet de manœuvrer la vanne à distance.

Pour résoudre ce problème le constructeur a retenu la solution dont le principe consiste à interposer un fût de hauteur A entre le corps de vanne et le carter de l'actionneur (voir figure ci-dessous).



D'autre part, la transmission entre l'ensemble (mandrin + adaptateur **34**) et le carré de vanne est assurée par l'intermédiaire d'un arbre composé d'un tube, d'un embout supérieur et d'un embout inférieur. Le mouvement du mandrin est transmis à l'arbre par l'intermédiaire d'un carré d'entraînement. L'embout inférieur de l'arbre transmet par l'intermédiaire d'un adaptateur **36** le mouvement au carré de vanne.

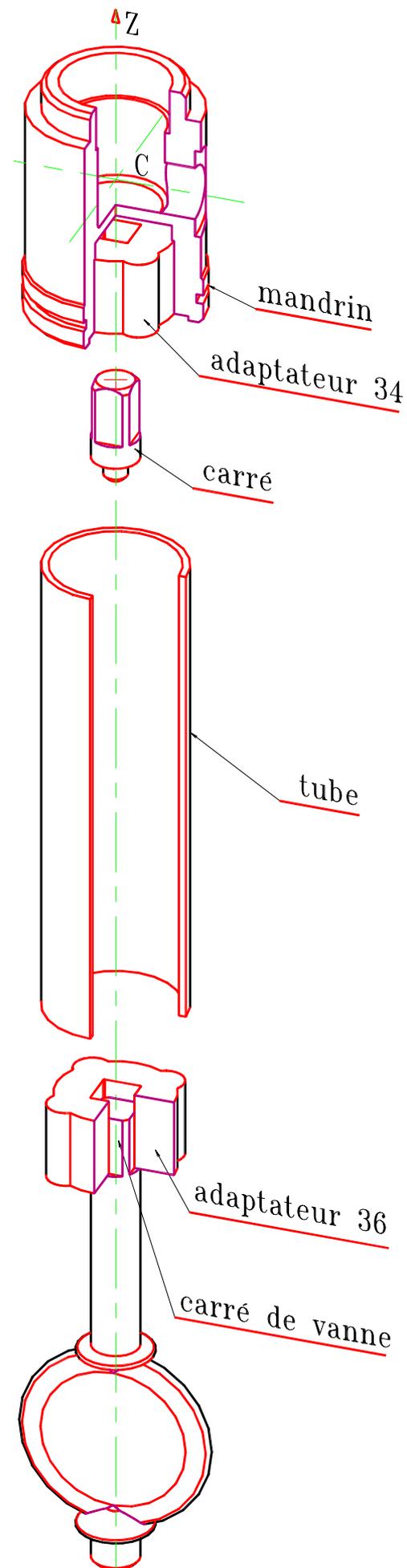
Etude de l'arbre de transmission

5.1 - Représenter le dessin de projet de la solution constructive de l'arbre en complétant la vue en coupe sur le document **DR7** à l'échelle 1. On tiendra compte des critères suivants : arbre en **construction soudée** se composant :

- d'un carré d'entraînement
- d'un embout supérieur
- d'un tube en acier de section circulaire de diamètre extérieur $D = 60$ et d'épaisseur $e = 3$
- d'un embout inférieur dans lequel se loge l'adaptateur **36**

Remarque:

Les deux embouts liés complètement au tube sont en acier et usinés dans du profilé rond de diamètre **70**. Sur la perspective ci-contre les embouts ne sont pas représentés.



DOSSIER des DOCUMENTS

" REPONSE "

Ce dossier comporte **7** documents numérotés de **DR1** à **DR7**.

Ces documents sont à joindre à la copie à la fin de l'épreuve

CINEMATIQUE

Les dessins des **figures 1 et 2** sont à l'échelle 1:2

Figure 1

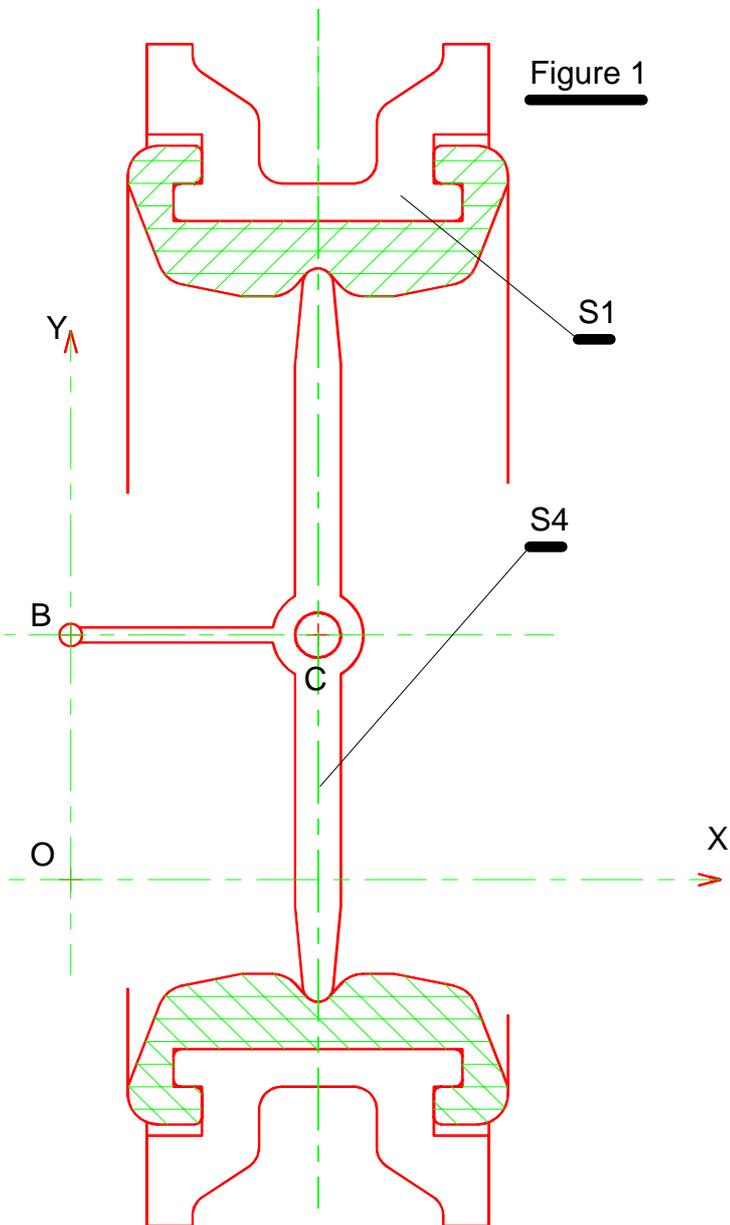


Figure 2

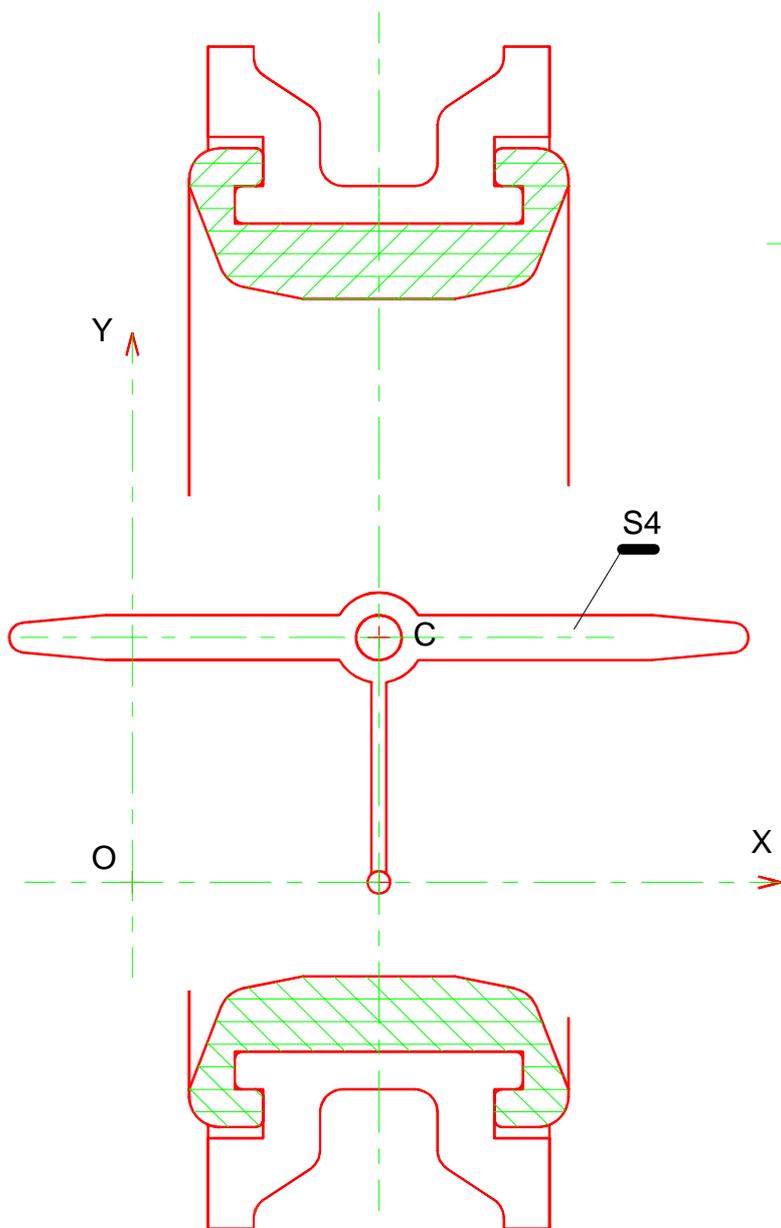
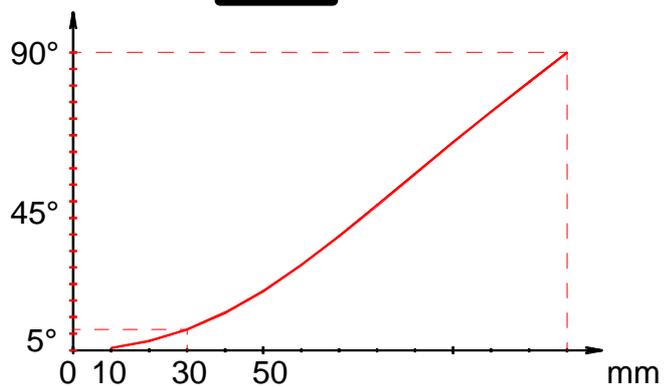


Figure 3



Course =

CINEMATIQUE

Les dessins des figures 1 et 2 sont à l'échelle 1:1

Rappels : $AB = BC = 65 \text{ mm}$

$V_{A,2/1} = 40 \text{ mm/s}$

Echelle des vitesses des points

$1 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ mm/s}$

Figure 1

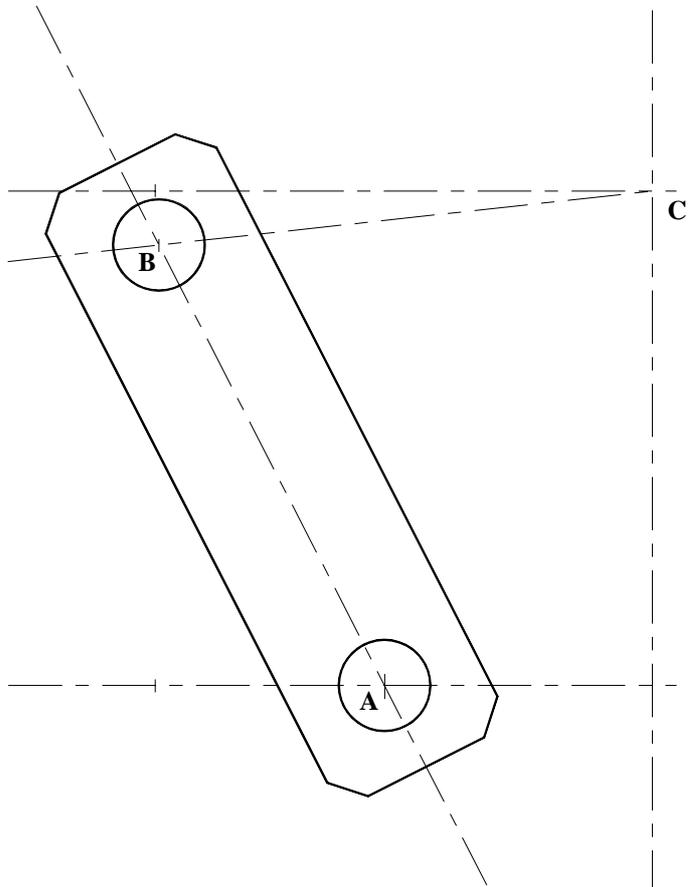
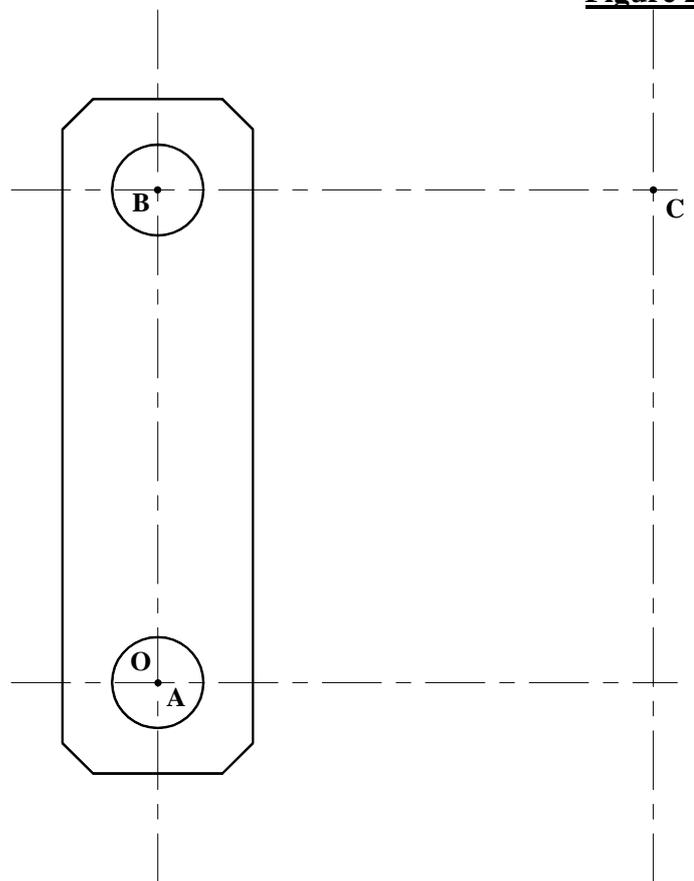


Figure 2



STATIQUE

- Dessins à l'échelle 1 : 1
- Echelle des forces :
1cm ----- 400 daN

Figure 1

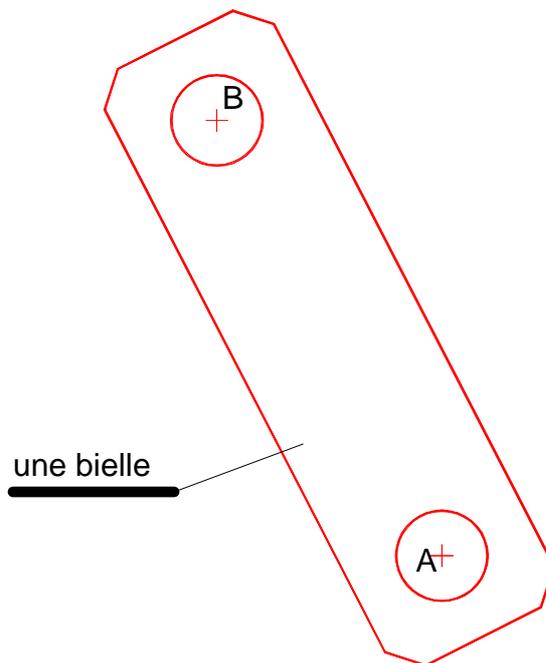
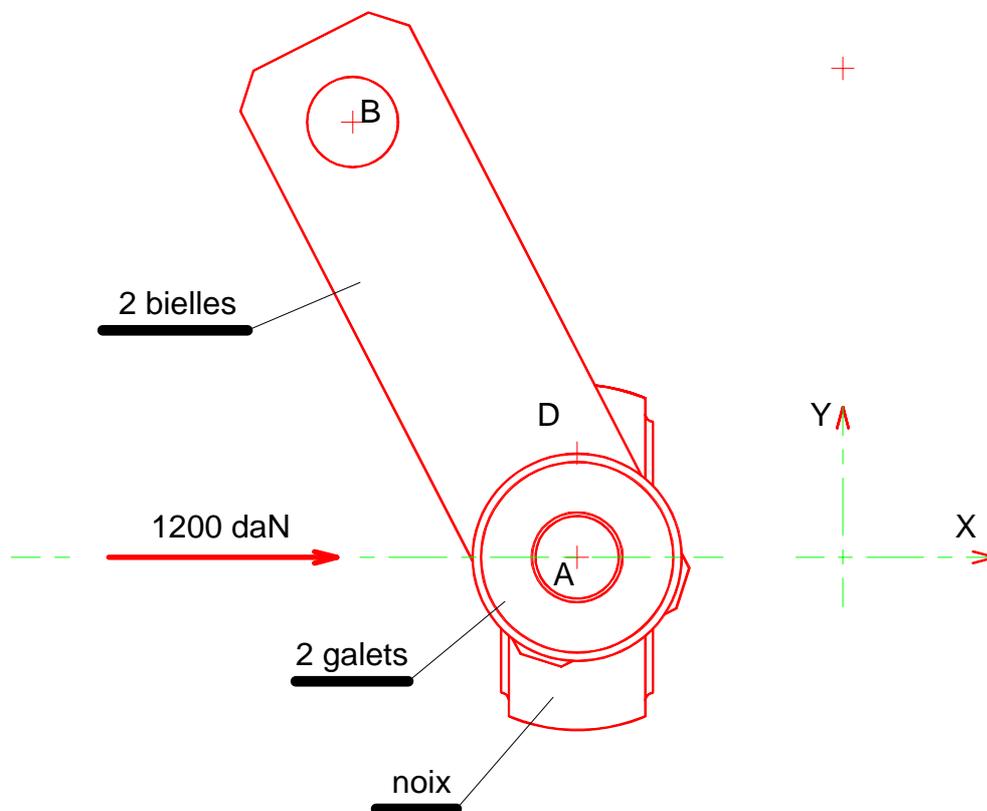
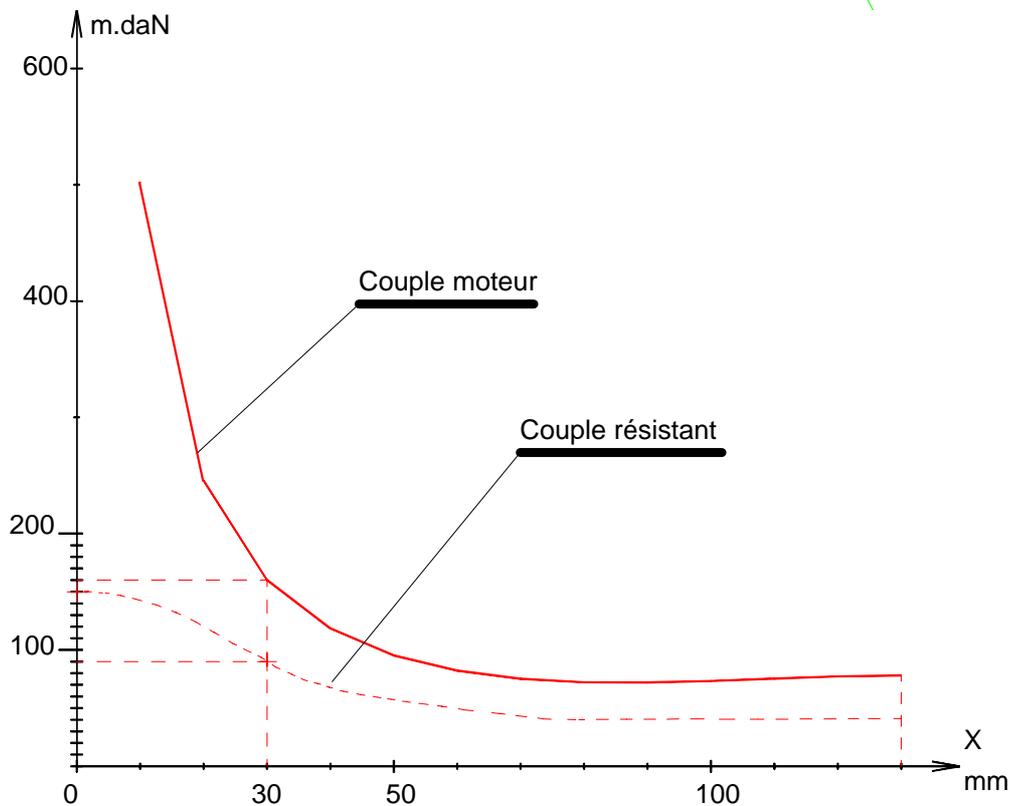
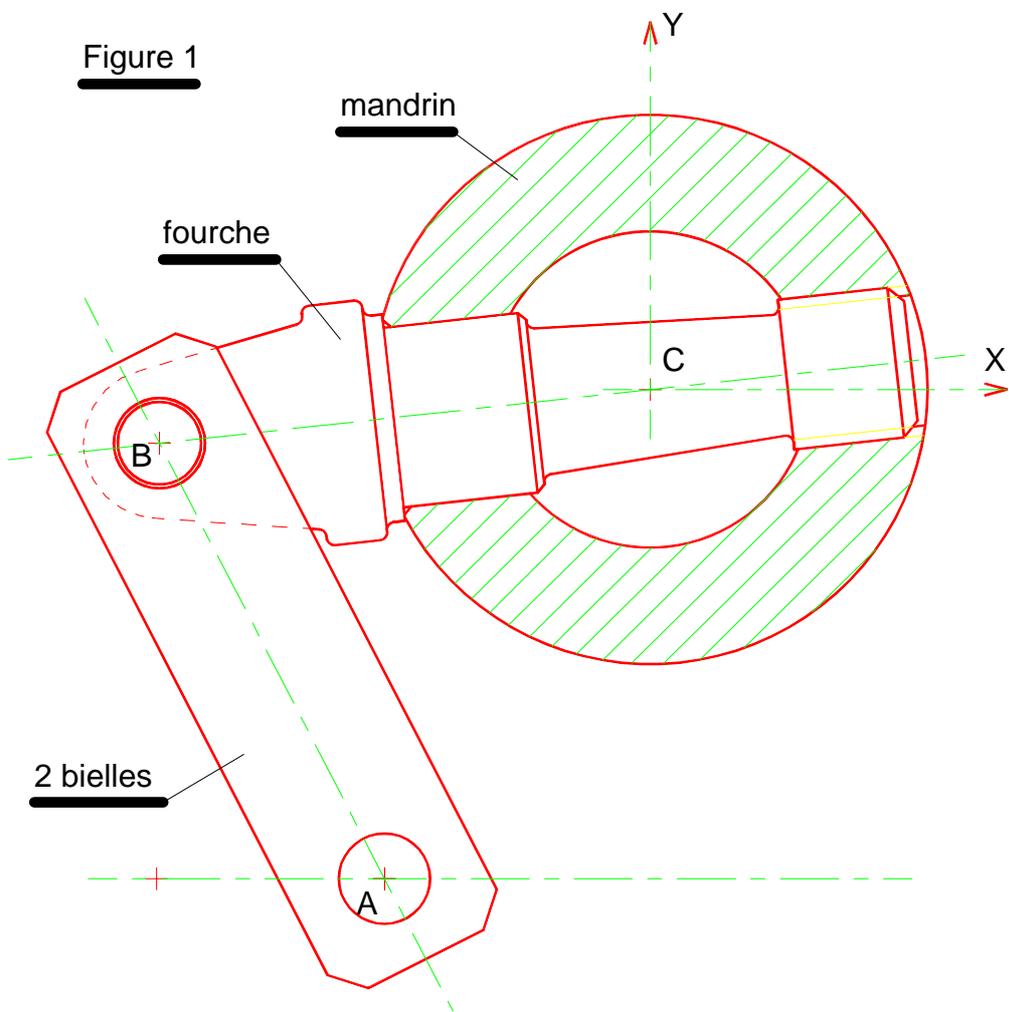


Figure 2



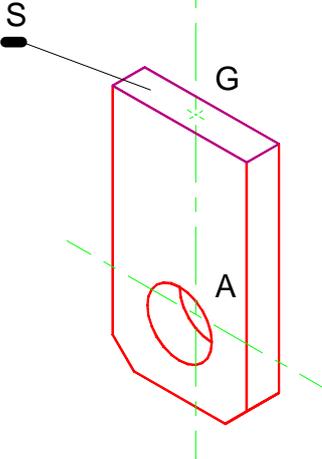
STATIQUE

Dessin à l'échelle 1:1



RESISTANCE DES MATERIAUX

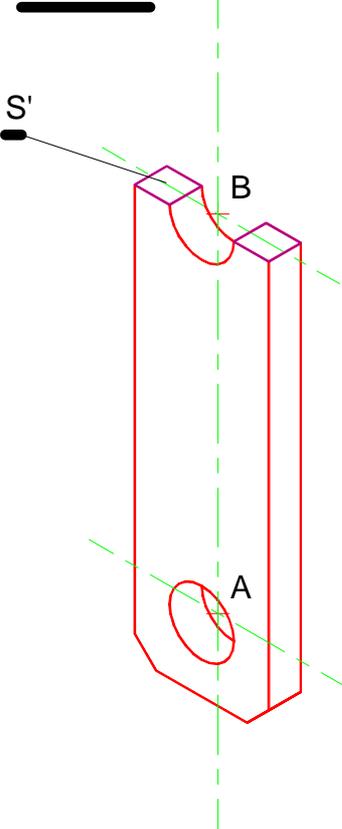
Figure 1

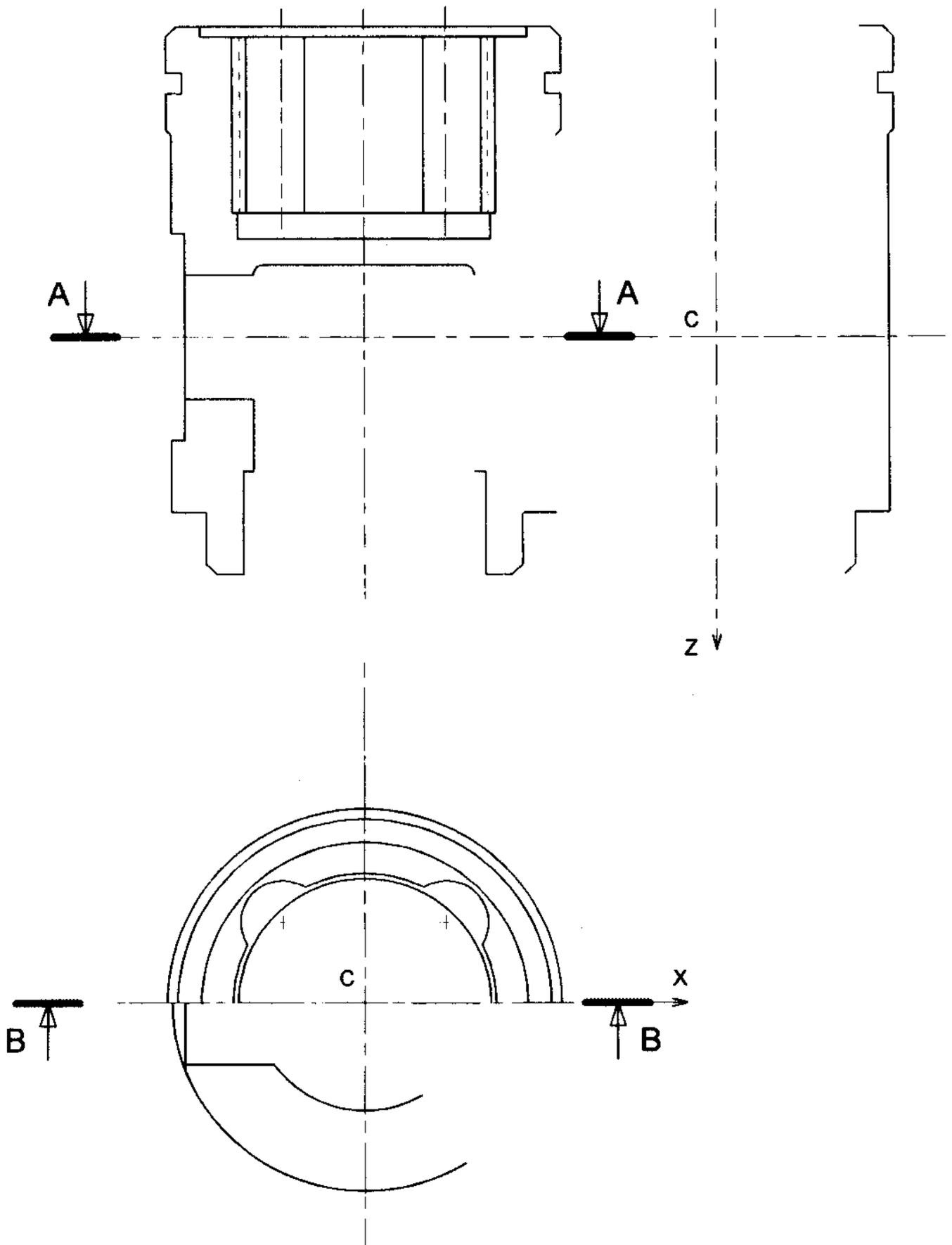


Contrainte normale uniforme au milieu de la bielle :

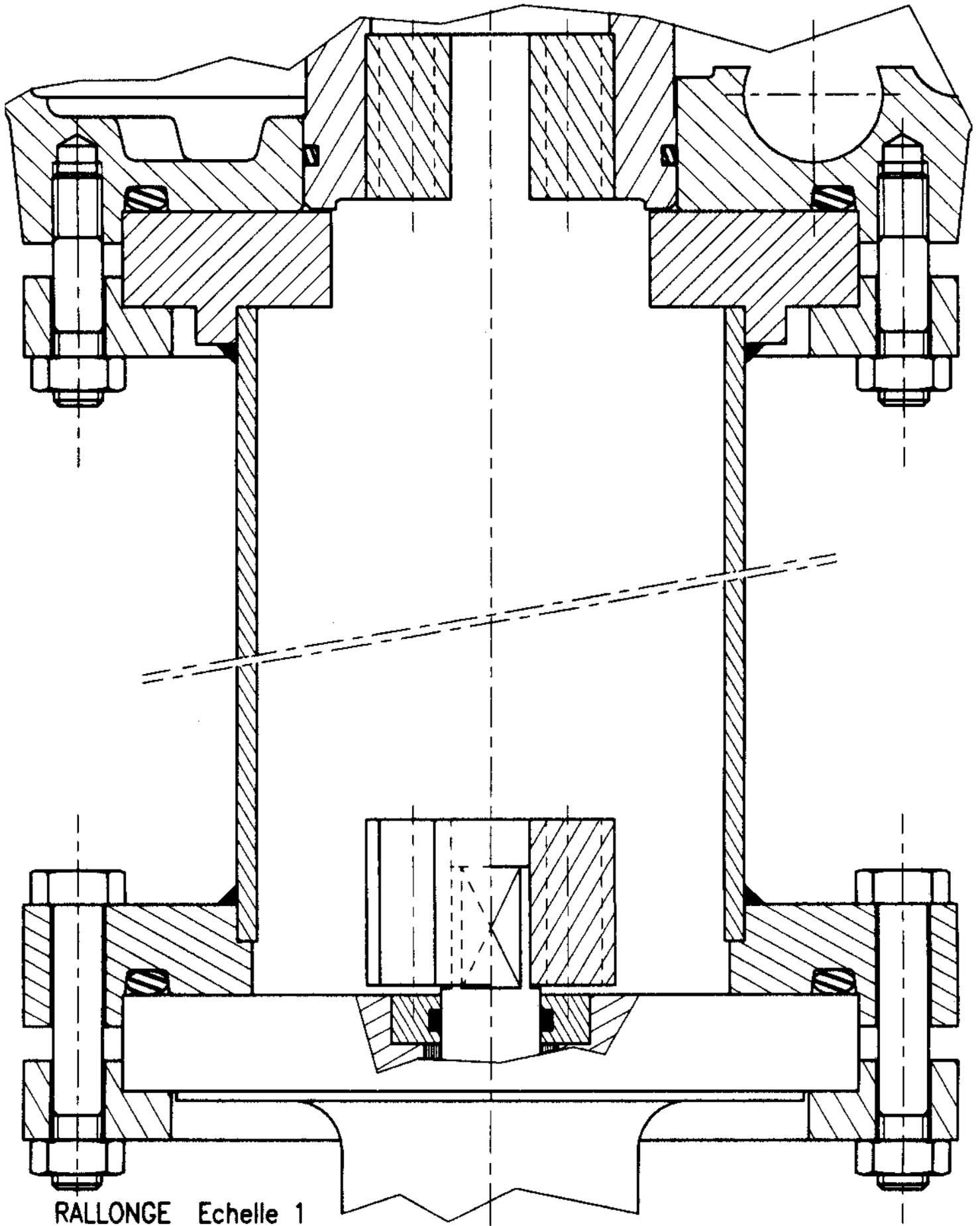
Coefficient de sécurité:

Figure 2





MANDRIN Echelle 1 :1



RALLONGE Echelle 1