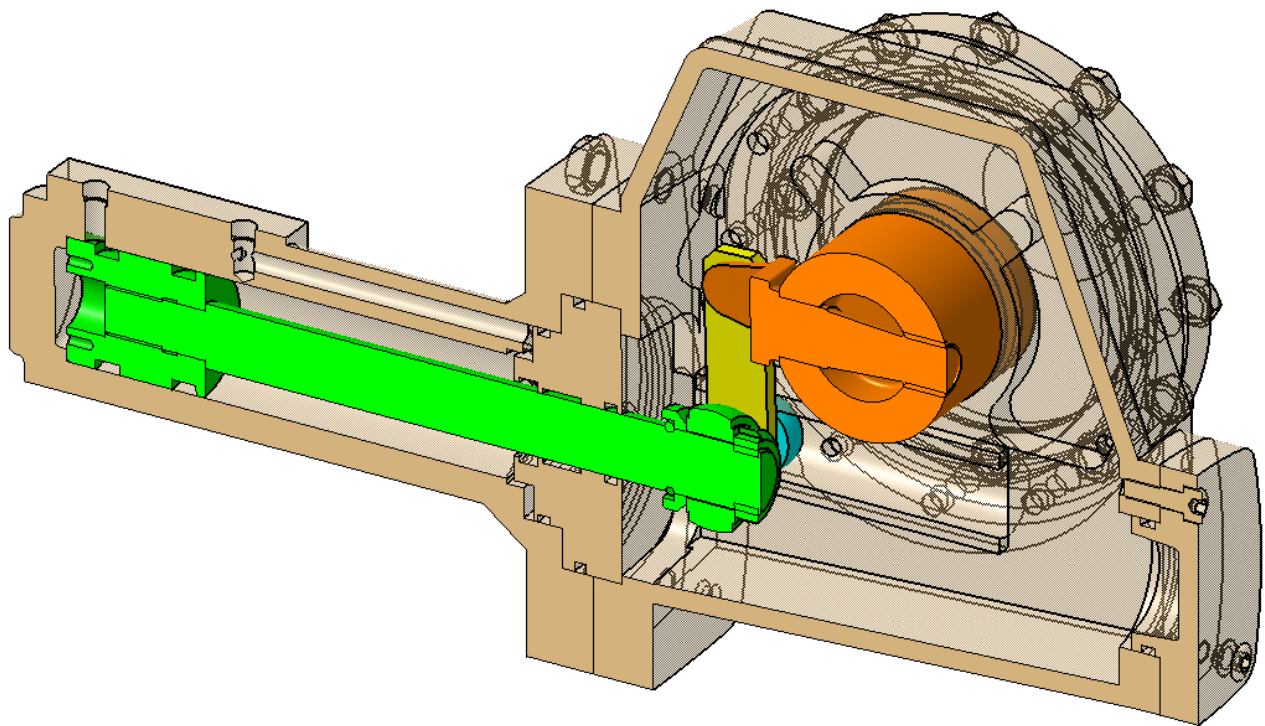


R1.05 - INGENIERIE DE CONSTRUCTION MECANIQUE

TP : SUJET 4 Actionneur de vanne



**IUT CLERMONT
AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay
Montluçon - Moulins - Vichy

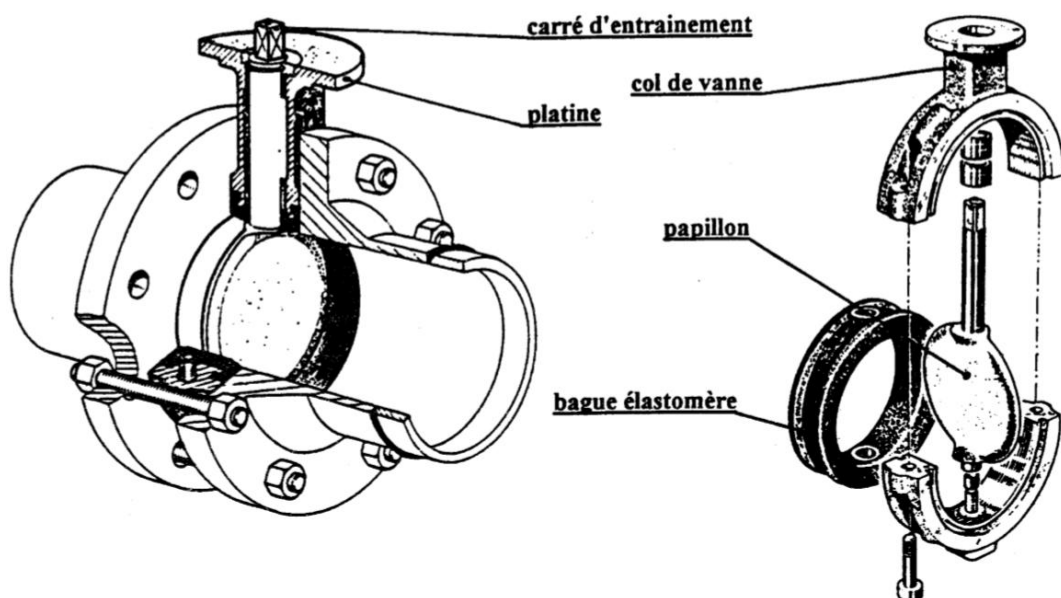


Génie
Mécanique
Productique
Montluçon

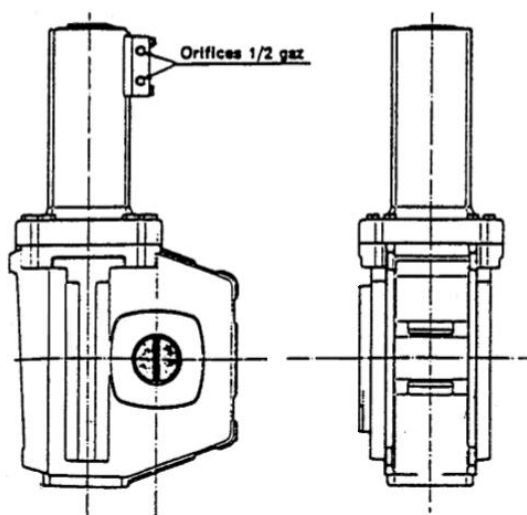
Nom de la ressource	R1.05 - Ingénierie de construction mécanique		
Semestre	Semestre 1		
Compétence(s) ciblée(s)			
C1-Spécifier Spécifier les exigences technicoéconomiques industrielles	C2-Développer Déterminer la solution conceptuelle	C3-Réaliser Concrétiser la solution technique retenue	C4-Exploiter Gérer le cycle de vie du produit et du système de production
X	X	X	
Apprentissages critiques			
• Formuler l'ensemble des attentes du client • Exprimer les exigences techniques d'un produit existant • Vérifier la conformité d'un produit grand public par rapport à l'usage auquel il est destiné	• Situer les éléments d'un système simple et leurs interactions, dans l'espace, dans le temps • Interpréter les spécifications en fonction de leur représentation pour un système simple • Choisir des solutions appropriées pour des cas simples en étant accompagné/guidé	• Identifier les contraintes de réalisation à partir d'une pré-étude • Choisir des solutions techniques adaptées aux contraintes de réalisation • Mettre en œuvre les outils métiers pour produire une solution simple, réelle ou numérique, qui répond aux spécifications et à la pré-étude • Élaborer des documents métiers pour des pièces/systèmes simples en mettant en œuvre les outils ad hoc	• Décrire le fonctionnement du monde de l'entreprise et de ses services • Déterminer les objectifs de performance, les composants et les indicateurs de performance propres à chaque étape du cycle de vie d'un produit et du système de production
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.1, SAÉ 1.2, SAÉ 1.3		
Prérequis	Aucun		
Descriptif détaillé	• Identification du besoin : relation besoin-fonctions-solutions • Interprétation d'un cahier des charges • Identification des fonctions techniques • Modélisation cinématique • Architecture de mécanismes et construction des liaisons • Manipulation de mécanismes, identification de composants et de ses dimensions • Choix du type de composants standards en fonction des critères dimensionnels tel visserie, guidage et actionneur (pas de critères d'efforts, de couple) • Identifier et intégrer les conditions de montage des éléments standards • Notion de jeux et ajustements (serré/glissant/ajusté) • Implantation de composants (assemblage), modélisation de pièce et mise en plan en CAO • Sensibilisation à la chaîne numérique Recommandations : • À articuler avec Outil pour l'ingénierie S1 Les interactions avec les autres services de l'entreprise doivent être évoqués		
Mots clés	Besoin, fonctions techniques, mécanismes, choix de composants, CAO, modélisation, implantation, chaîne numérique		

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.



Un actionneur ACTO 31H a ici été installé sur l'une de ces vannes. 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.

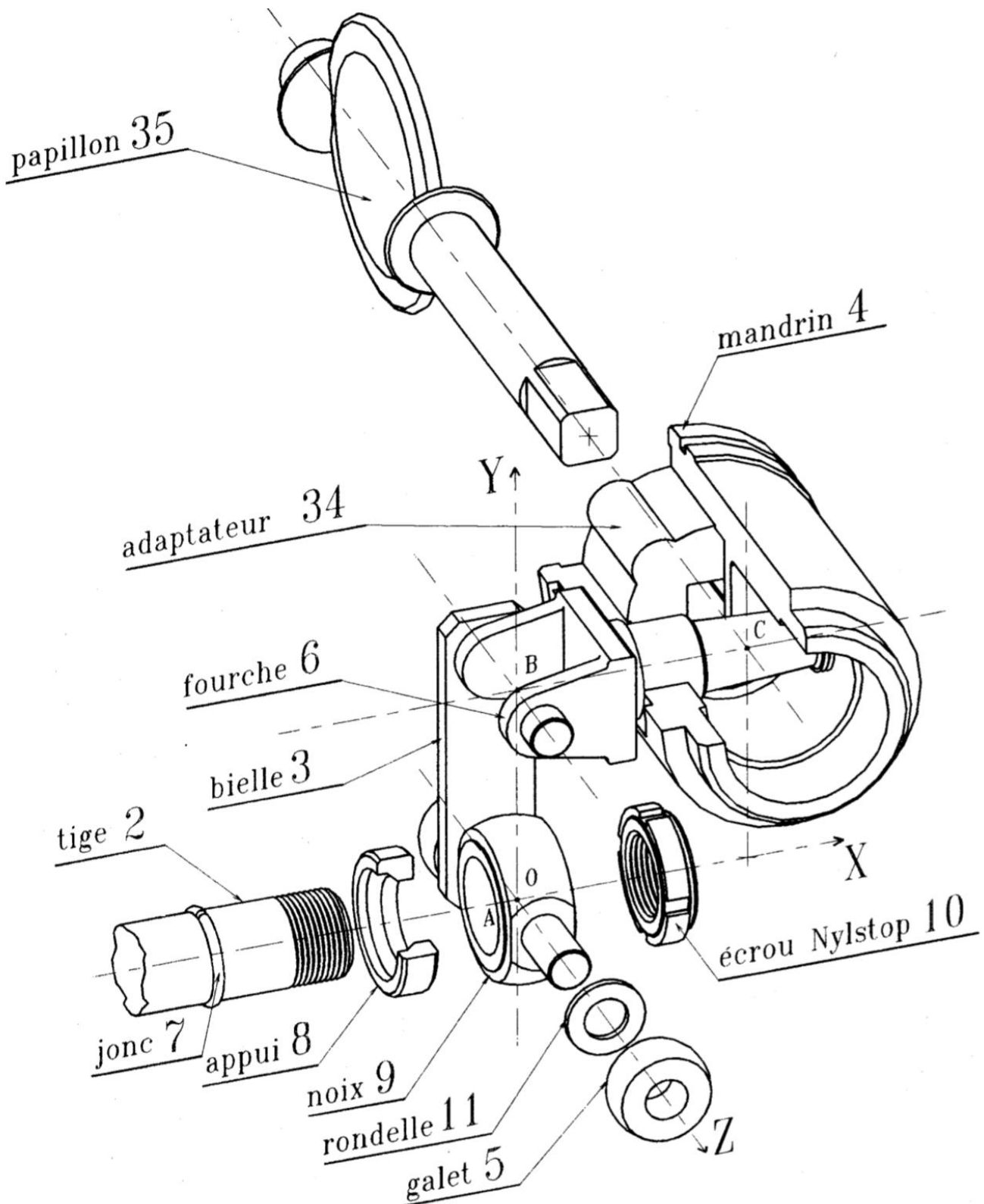


Actionneur ACTO 31H



Ensemble vanne + actionneur

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.



NOMENCLATURE

38	1	Joint torique	Nitrile HT
37	4	Vis CHC M8x25	X 6 Cr Ni 18-9
36	1	Couvercle	
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	
24	1	Corps de vanne	
23	1	Bride de platine de vanne	
22	12	Vis H M10x35	X 2 Cr Ni 18-10
21	1	Joint torique	Nitrile HT
20	1	Piston	
19	1	Joint à lèvres	
18	3	Vis CHC M8x25	X 6 Cr Ni 18-9
17	2	Bague	
16	1	Moyeu d'index	Polyamide 6
15	1	Hublot	Polyamide 6
14	1	Chapeau	Plastique
13	1	Joint torique	Nitrile HT
12	4	Vis H M12x45	X 6 Cr Ni 18-9
11	2	Rondelle	Rilsan
10	1	Ecrou autofreiné M24	
9	1	Noix	14 Ni Cr Mo 6
8	1	Appui	
7	1	Jonc	C 70
6	1	Fourche	14 Ni Cr Mo 6
5	2	Galet	
4	1	Mandrin	
3	2	Bielle	E330
2	1	Tige de vérin	C38
1	1	Carter	
Repère	Qté	Désignation	Matière

1^{ERE} PARTIE: ANALYSE DU FONCTIONNEMENT - ETUDE CINEMATIQUE

1) Identifier et donner les sous-ensembles cinématiquement liés du système :

2) Établir les liaisons existant entre ces différents sous-ensembles :

3) Tracer le graphique des liaisons :

4) Donner le schéma cinématique minimal spatial (3D) de l'actionneur de vanne.

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 **page suivante**, 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 qui donne la rotation en degrés du mandrin **4** ($\theta_{4/1}$) en fonction de la position de la tige **2** du vérin ($X_{2/1}$).

5) Représenter de deux couleurs différentes les trajectoires des points A et B associées respectivement aux mouvements de S2 et de S4 dans la phase d'ouverture de la vanne, sur les figures 1 et 2.

6) A l'aide des trajectoires tracées précédemment, représenter une des biellettes 3 (points A et B) sur les 2 figures, sachant que $AB = 65 \text{ mm}$.

7) En déduire la valeur de la course de la tige 2 du vérin sachant que $AB = BC = 65 \text{ mm}$. Reporter cette valeur sur la figure 3.

8) Vérifier la courbe de la figure 3 :

a) Construire une esquisse cotée sous CATIA représentant la cinématique du système.

b) A l'aide de cette esquisse, relever dans un tableau, par pas de déplacement ($X_{2/1}$) de la tige 2 du vérin de 10 mm, les angles de rotation du mandrin **4** ($\theta_{4/1}$).

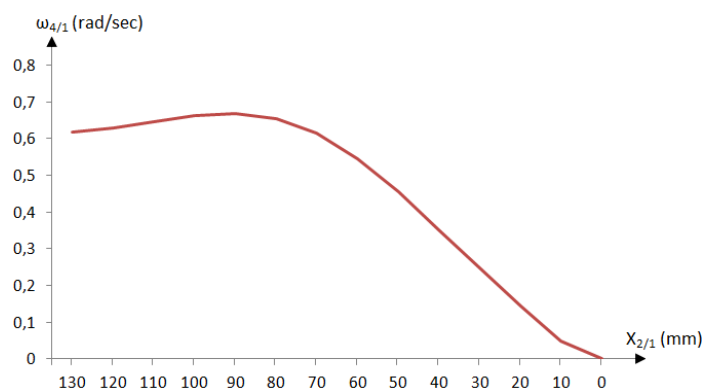
c) Tracer la courbe qui donne la rotation en degrés du mandrin **4** ($\theta_{4/1}$) en fonction de la position de la tige **2** du vérin ($X_{2/1}$).

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. On se propose de vérifier que l'actionneur étudié permet d'assurer une fermeture progressive de la vanne.

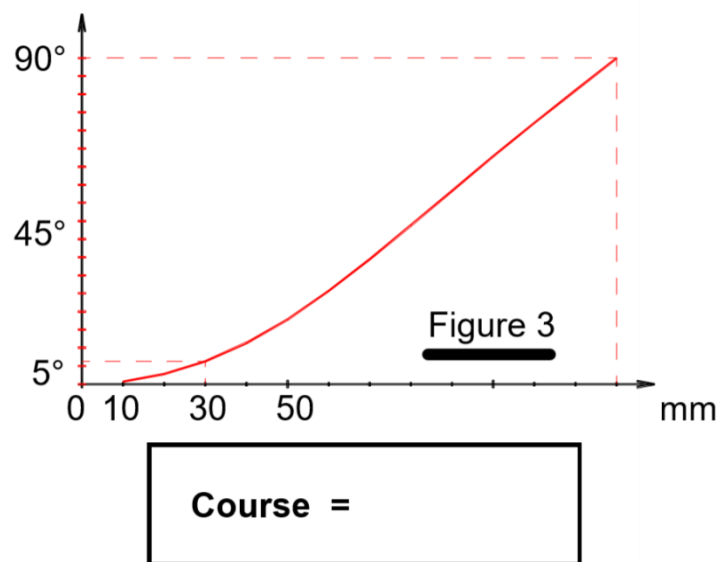
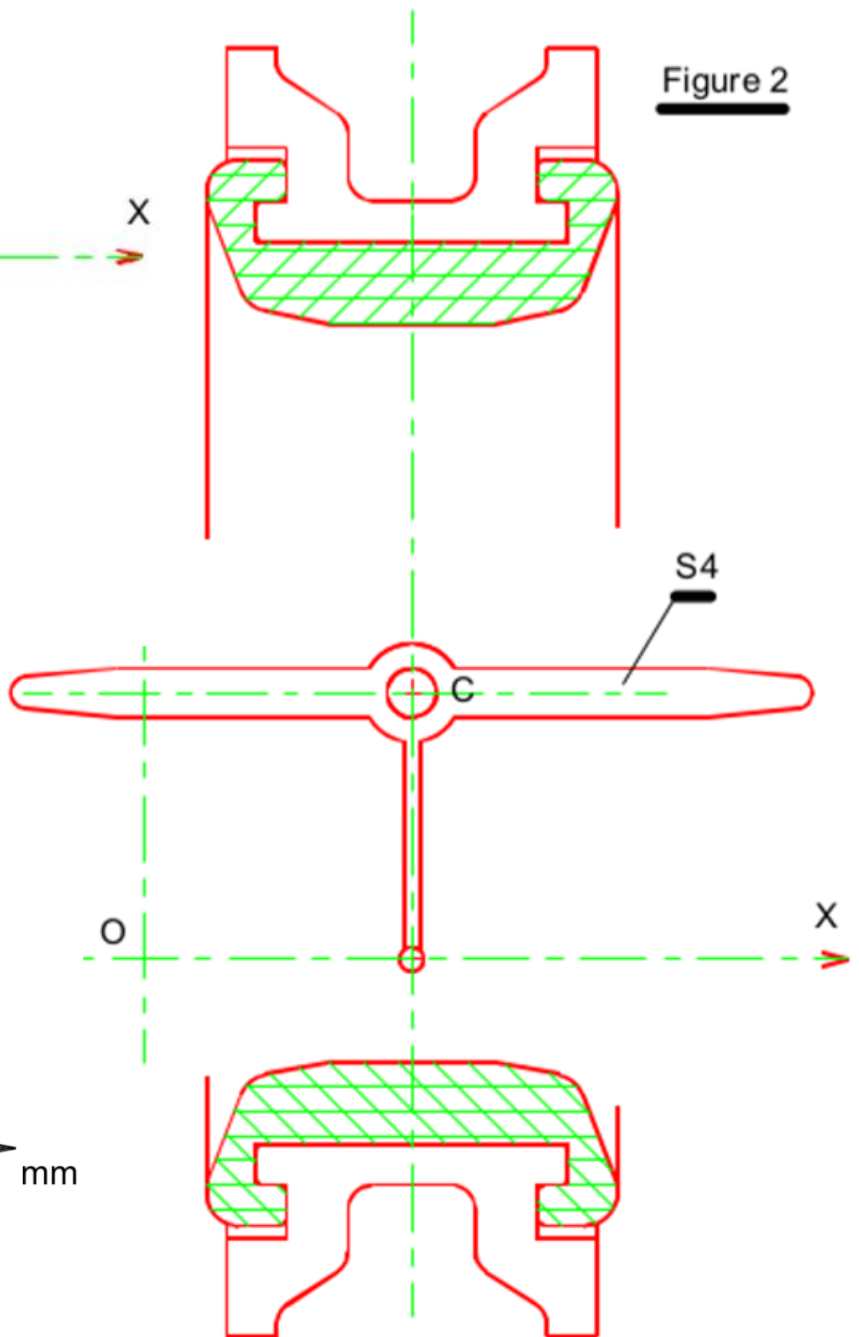
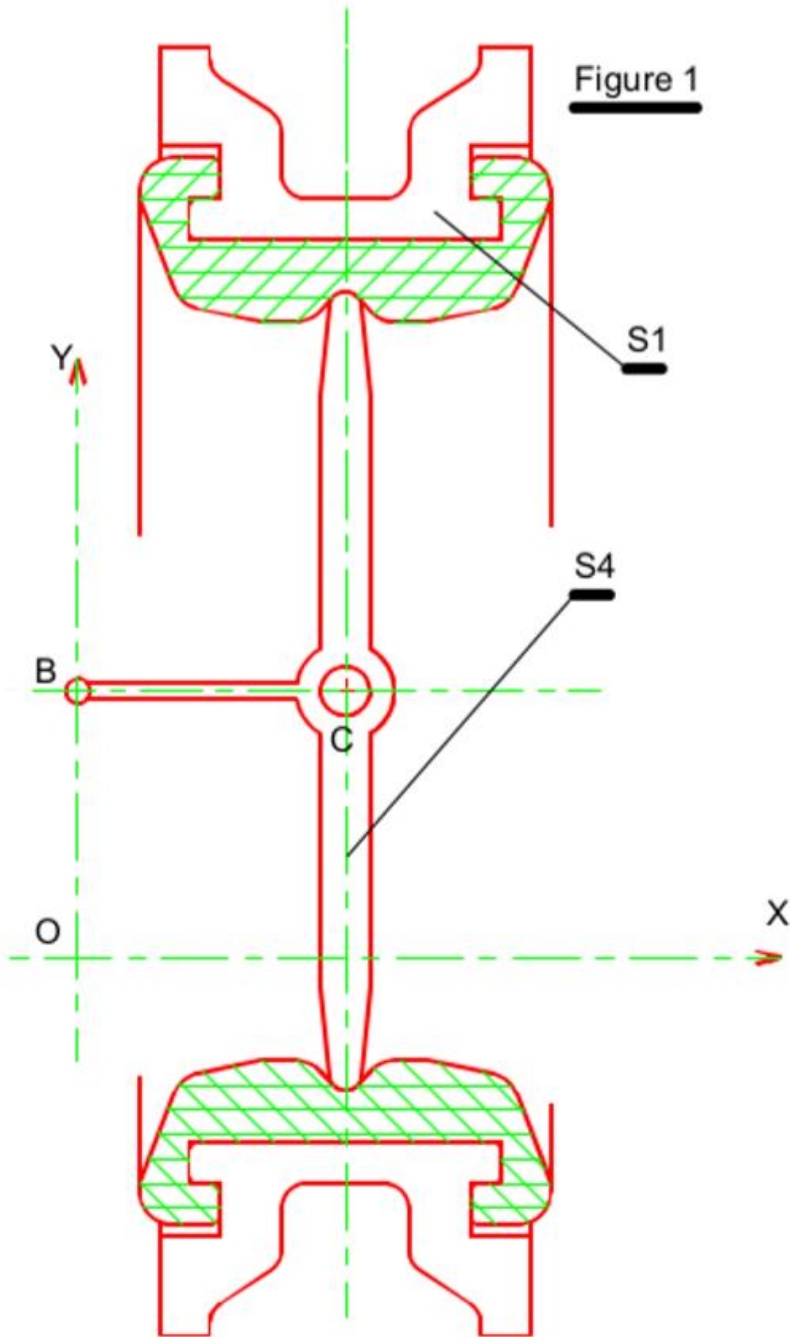
9) Déterminer les variations angulaires successives de rotation du mandrin 4 lorsque la tige 2 du vérin se déplace par pas de 10 mm pendant la phase de fermeture de la vanne. Relever l'ensemble des valeurs dans un tableau.

10) En déduire les vitesses angulaires de rotation $\omega_{4/1}$ du mandrin 4 dans son mouvement par rapport au corps 1 en fonction de la position de la tige 2 du vérin (pas de 10 mm) dont la vitesse est supposée constante et égale à 40 mm/s.

11) Vérifier la courbe ci-après:



12) Calculer l'accélération $\gamma_{4/1}$ du mandrin 4 dans son mouvement par rapport au corps 1 en fonction de la position de la tige 2 du vérin (pas de 10 mm) dont la vitesse est supposée constante et égale à 40 mm/s. A l'aide des résultats et du graphique réalisé précédemment, expliquer la progressivité de la fermeture de la vanne.



2^{EME} PARTIE : ÉTUDE STATIQUE DES PERFORMANCES DU MECANISME

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 **page 6**) 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 déterminé 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 **page 6**) correspond à une sortie de la tige du vérin de 30mm.

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

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.

$$\{T_{8/9}\} = {}_A\{\overrightarrow{F_{8/9}}, \vec{0}\} \quad \text{ou sous une autre forme} \quad {}_A\begin{Bmatrix} 1200 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{xyz}$$

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.

2) En étudiant l'équilibre du système (noix **9** + galets **5** + bielles **3**) représenté sur la figure 2 page 6, rechercher le représentant de l'action mécanique exercée par la fourche 6 sur les bielles 3. (Sur le document page 6, la bielle 3 a tourné de 27° autour de l'axe AZ depuis sa position initiale.)

STATIQUE

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

Figure 1

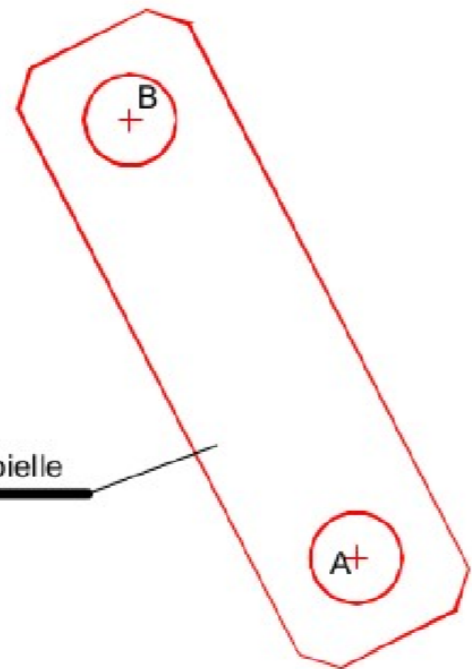
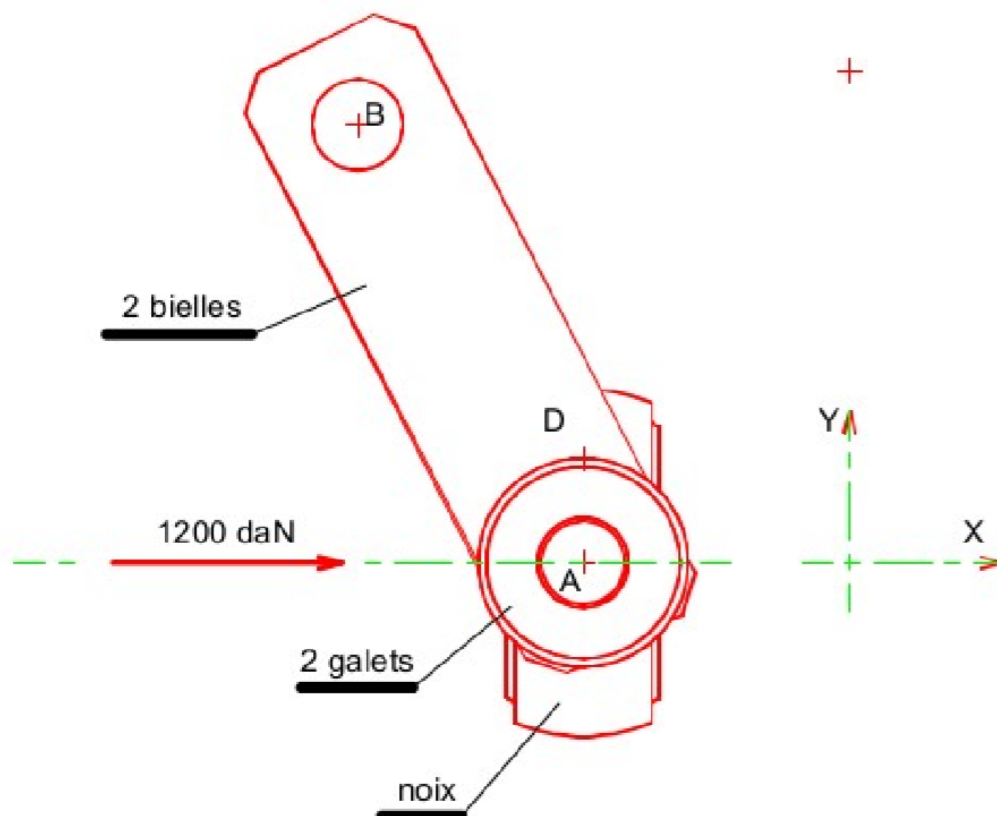


Figure 2



3) En utilisant l'esquisse cotée sous CATIA et en appliquant la méthode de résolution graphique, **relever dans un tableau les valeurs de l'action mécanique exercée par la fourche 6 sur les bielles 3 lorsque la tige 2 du piston se déplace par pas de 10 mm**. La poussée du piston est supposée constante et prise égale à 1200 daN (à pression maximum d'alimentation de 60 bars).

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 **page 6**) et de module égal à **2622 daN**.

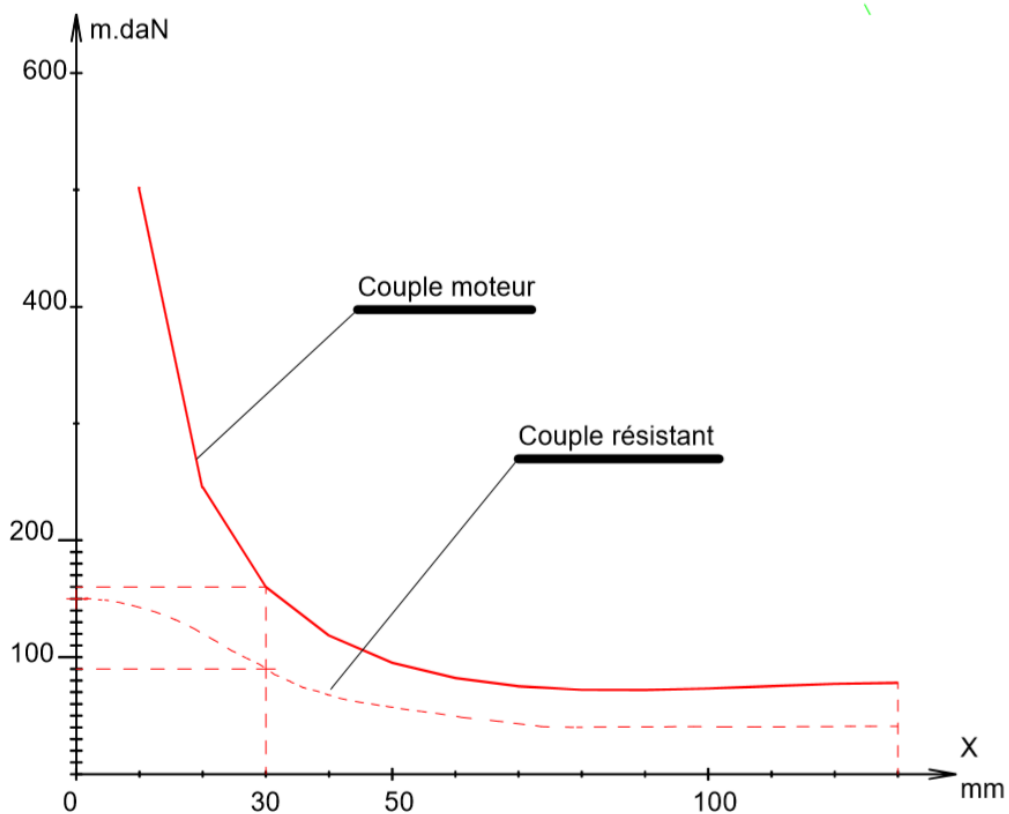
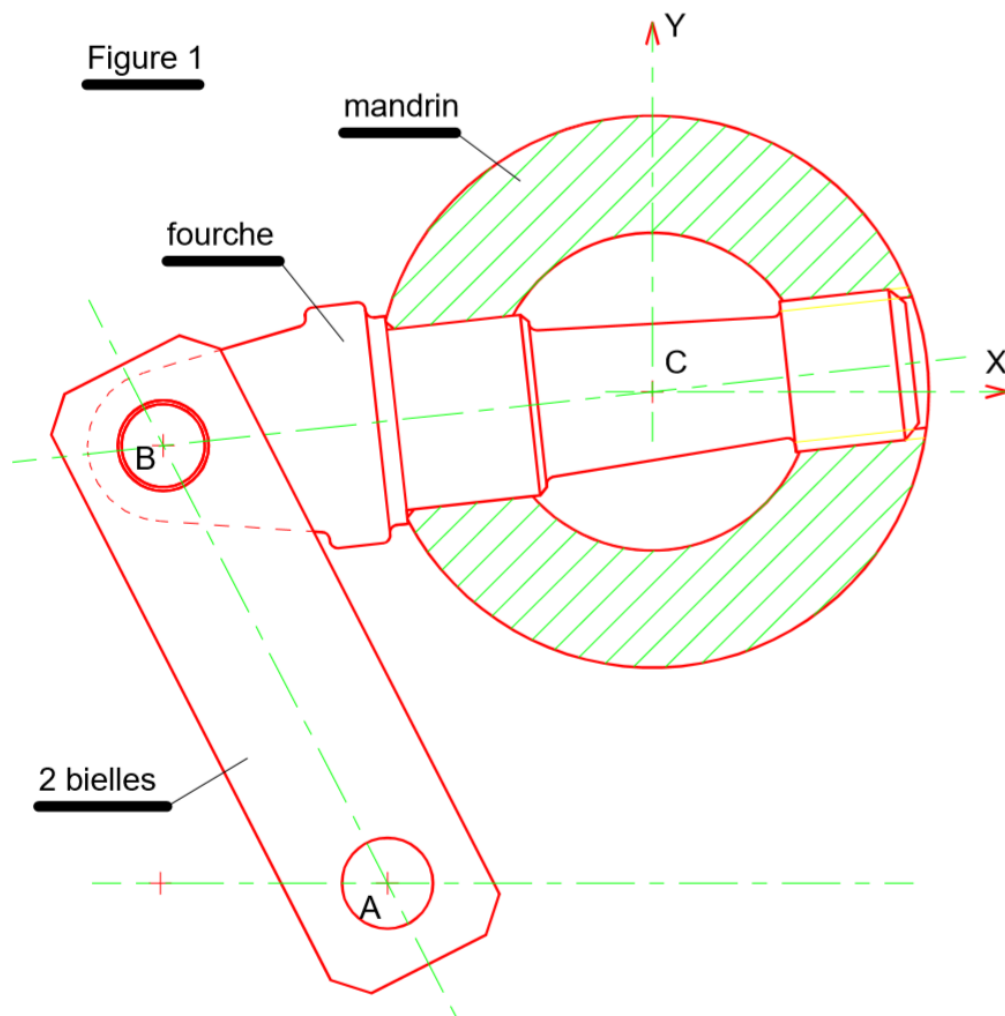
4) Dans la position du mécanisme qui correspond à la figure 1 du document **page 8** et sachant que le point A a alors pour coordonnées (-35, -65,0) dans le repère (C,x,y,z) **calculer le module du moment par rapport à l'axe Z passant par le point C de l'action des deux bielles 3 sur la fourche 6**. 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 ?

5) Utiliser l'esquisse contrainte sous CATIA et **relever dans un tableau l'ensemble des valeurs du couple moteur C_m en fonction du déplacement de la tige du vérin par pas de 10 mm**. Tracer la courbe représentant la variation du couple moteur C_m en fonction du déplacement de la tige du vérin et vérifier qu'elle correspond à la courbe de la figure 2 page 8.

6) Les deux courbes de la figure 2 représentent la variation du couple moteur C_m et du couple résistant en fonction du déplacement de la tige du vérin. 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.

STATIQUE

Dessin à l'échelle 1:1



3^{EME} PARTIE : ÉTUDE DE L'ÉTANCHÉITÉ DU SYSTÈME

Sur le plan d'ensemble A3 de l'actionneur de vanne, faire l'inventaire de toutes les zones où se pose un problème d'étanchéité. A l'aide des ressources « GDI » et « Etanchéité », indiquer dans le tableau suivant, pour chaque zone, le type d'étanchéité (statique ou dynamique et translation ou de rotation, directe ou indirecte). Puis indiquer la solution d'étanchéité retenue.

Zones avec problème d'étanchéité	Statique	Dynamique		Directe	Indirecte	Solution d'étanchéité
		Translation	Rotation			

4^{EME} PARTIE : DEFINITION D'UNE PIECE

Sur le document page 10, le dessin de définition du mandrin 4 est ébauché. Compléter et coter 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.

5^{EME} PARTIE : MODELISATION D'UNE PIECE

1) A partir du dessin de définition du mandrin 4 à l'échelle 1:1 page 10, modéliser sous CATIA le mandrin 4.

2) Réaliser le dessin de définition de la pièce mandrin avec les mêmes vues que celles définies page 10 :

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

6^{EME} PARTIE : ASSEMBLAGE DU SYSTEME

1) Contraindre l'ensemble des pièces du sous-ensemble cinématiquement lié S1 dans un sous-produit nommé **S1**. Ce sous-produit contiendra :

- Le carter
- La flasque de guidage
- Le corps de vanne
- Un sous-produit « chapeau assemblé » (chapeau + cache + visserie)
- Un sous-produit « cylindre assemblé » (cylindre + visserie)
- Un sous-produit « couvercle assemble » (couvercle + visserie)
- Un sous-produit « bride assemblée » (bride + visserie)

2) Contraindre l'ensemble des pièces du sous-ensemble cinématiquement lié S2 dans un sous-produit nommé **S2**.

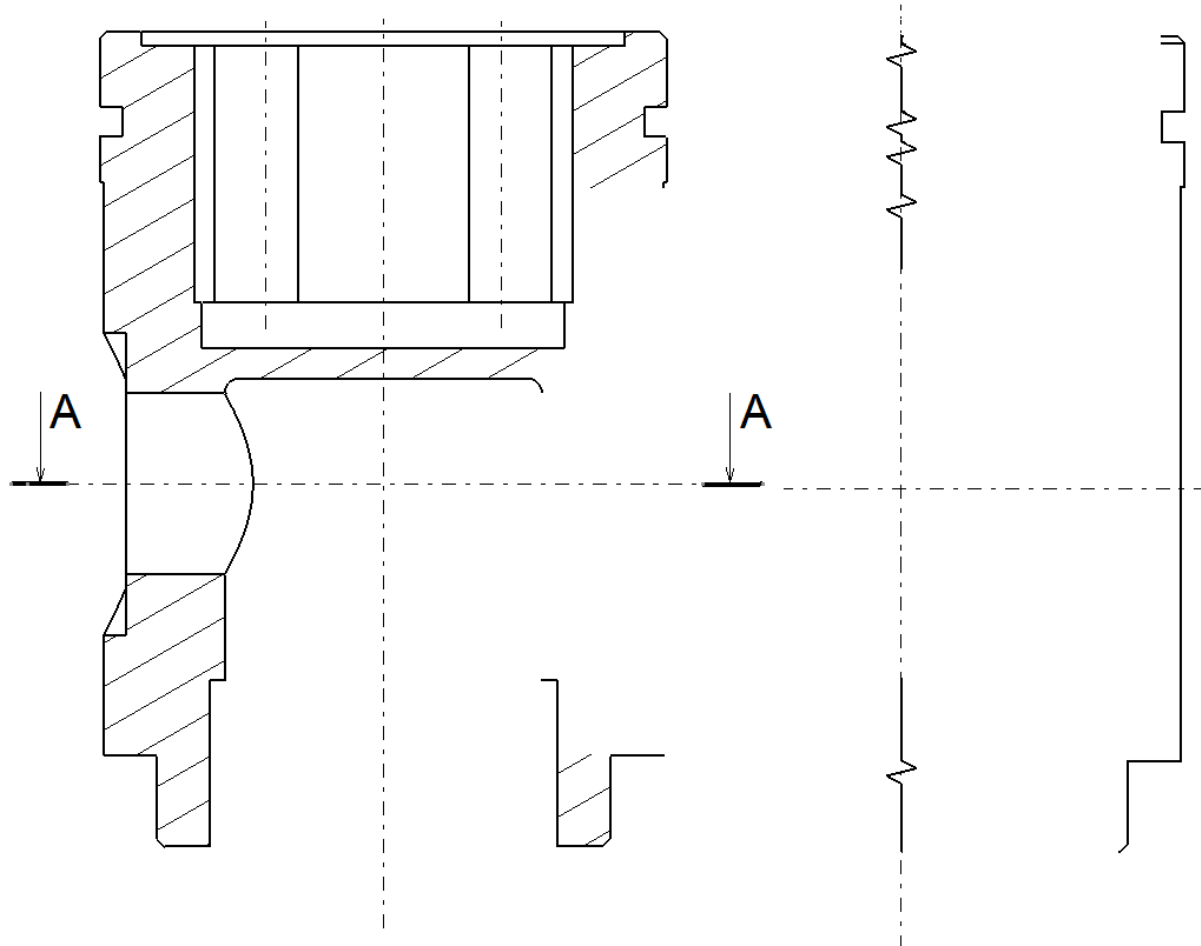
3) Contraindre l'ensemble des pièces du sous-ensemble cinématiquement lié S4 dans un sous-produit nommé **S4**.

4) Contraindre l'ensemble des pièces du sous-ensemble cinématiquement lié S5 dans un sous-produit nommé **S5**. Ce sous-produit contiendra :

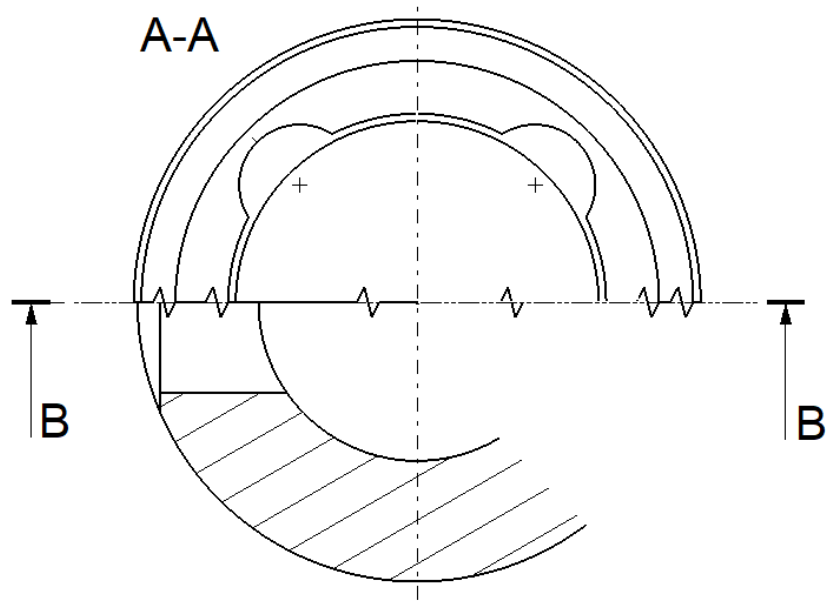
- Un galet
- Une rondelle
- Une bague

5) Contraindre les sous-ensembles cinématiquement liés dans un nouveau produit nommé **Actionneur de vanne** (insérer 2 fois le sous-ensemble S5). Insérer les pièces complémentaires et les contraindre.

B-B



A-A



MANDRIN Echelle 1 :1