

**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.

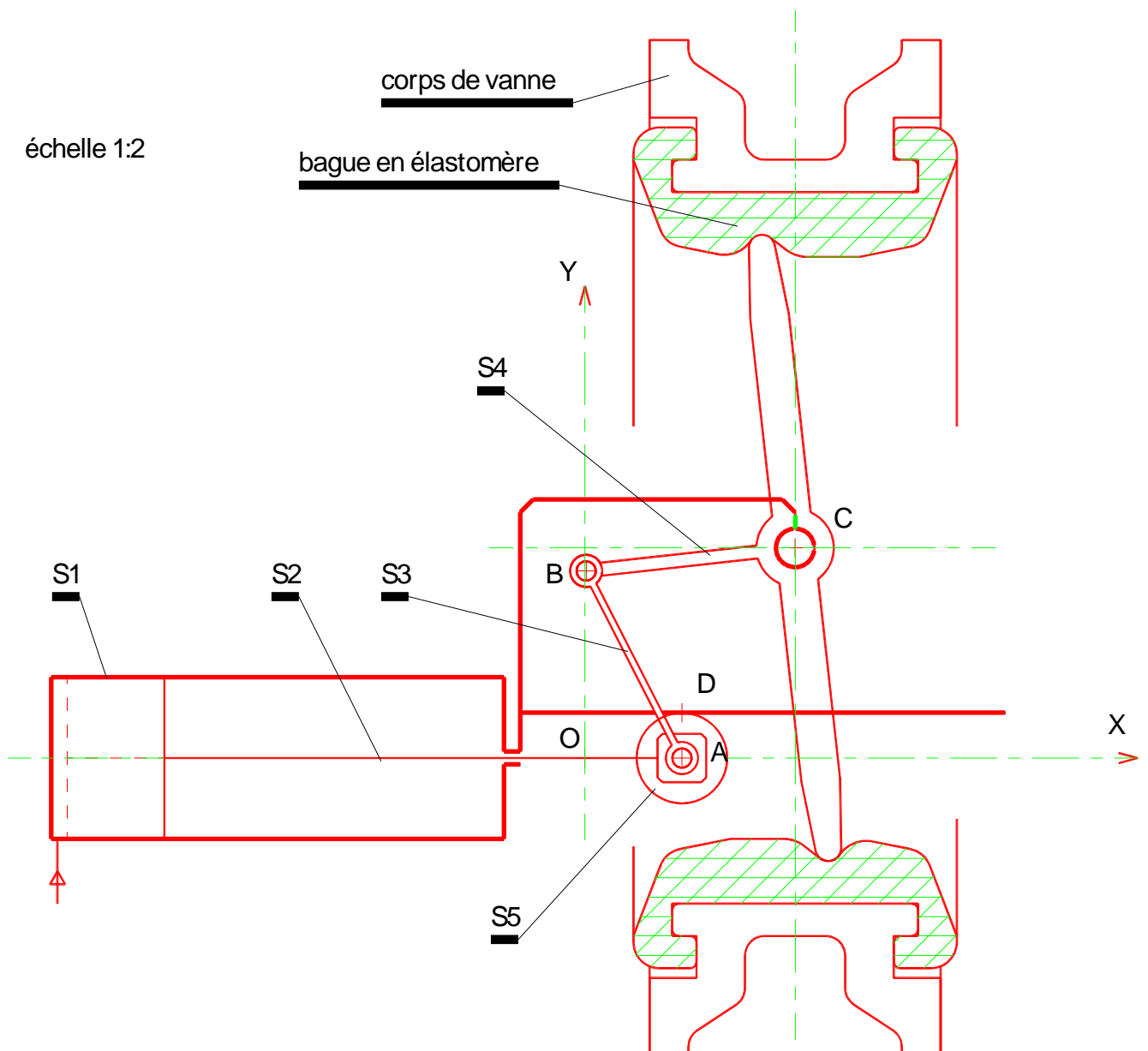
## 1ère partie: ANALYSE DU FONCTIONNEMENT - ETUDE CINEMATIQUE

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**.

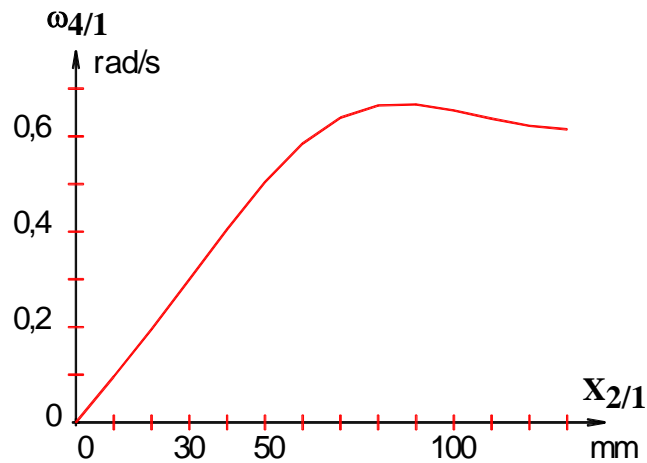
L'étude cinématique de l'actionneur sera conduite dans le plan OXY.

- 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.



- 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 -

### Validation des bielles 3.

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.

### Validation de l'arbre du papillon 35.

Le but de cette étude est de choisir le matériau de l'arbre papillon 35 le plus adapté.

#### Données :

Le coefficient de sécurité est de :  $s = 1,2$

L'accident géométrique du à l'usinage du carré engendre un coefficient de contrainte de :  $k_t = 1,5$

**3.5-** Observer le fonctionnement et la courbe du couple résistant en fonction du déplacement de la tige de verin. (voir partie 2 **DR4**)

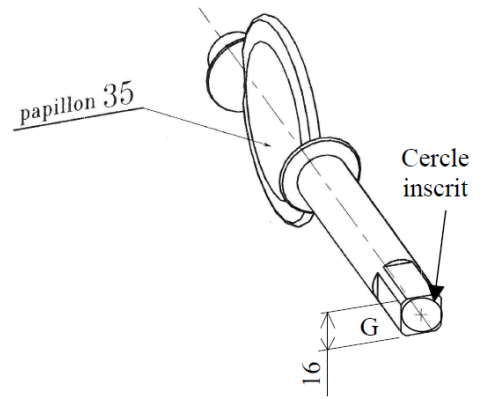
Ecrire le torseur de cohésion en G dans le cas où l'arbre 35 est le plus sollicité.

3.6- A quelle sollicitation est soumise l'arbre 35 ?

3.7- Calculer le moment quadratique polaire dans la section droite la plus sollicitée. Ici, on prendra l'aire du cercle inscrit dans le carré de manœuvre.

3.8- Calculer la contrainte maximale à laquelle est soumis le matériau sans tenir compte de l'accident géométrique (les méplats). Puis recalculer la valeur de la contrainte maximale, en tenant compte des méplats.

3.9- Ecrire la condition de résistance liant la contrainte maximale et Reg (résistance élastique au glissement) puis choisir le matériau le plus adapté parmi ceux proposés dans tableau.



Catégorie	Nuance	Re (Mpa)	Reg (Mpa)
Aciers au chrome molybdène	25CD4	595	297
	30CD4	610	305
	34CD4	650	325
	38CD4	690	345
	42CD4	725	360
	30CD12	790	395
Aciers au nickel chrome	20NC6	600	300
	30NC11	630	315

## 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**.

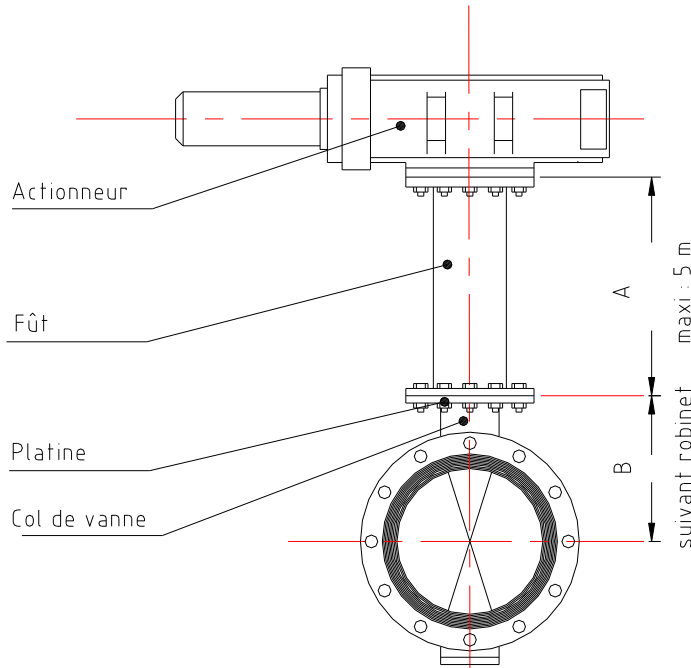
- Vue de face coupe **BB**
- Demi-vue de gauche.
- Vue de dessus avec demi-coupe **AA**

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.

