

## Mécanique des Systèmes - Interrogation Ecrite n°1

Lundi 22 novembre 2021 - 1h30 (10h15-11h45)

Sont autorisés : Formulaire (1 page A4) + 1 tableau des liaisons et Calculatrice

Barème indicatif : partie A : 15 pts ; partie B : 5 pts ;

2 parties indépendantes

Ne pas oublier de rendre le document réponse page 5

### ETUDE STATIQUE DE LA PINCE DE ROBOT SCHRADER-BELLOWS

L'étude concerne le mécanisme de la pince de robot représentée en figure 1. Pour saisir un objet **S**, la pince est actionnée par un vérin pneumatique dont le piston **1** actionne les biellettes **2** et **3** (cette dernière n'est pas visible sur la figure 1). Ces dernières ouvrent et ferment les doigts **4** et **5**. Le mécanisme est ramené en position initiale (doigts ouverts) grâce à un ressort **R**.

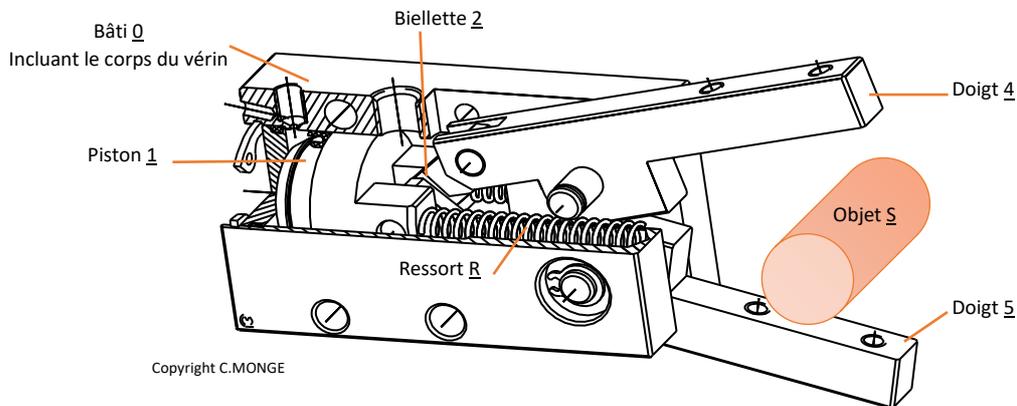


Figure 1 : Pince de robot Schrader-Bellows

Le **schéma cinématique plan** de ce mécanisme est présenté figure 2. Il est constitué de 6 solides :

- le **bâti 0**, auquel est lié le repère  $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .
- le **piston 1**, monté en liaison glissière d'axe  $(A, \vec{x}_0)$  avec le bâti **0**.
- les **doigts 4 et 5**, montés respectivement en liaison pivot d'axe  $(C, \vec{z}_0)$  et  $(E, \vec{z}_0)$  avec le bâti **0**.
- les **biellettes 2 et 3**, montées respectivement en liaison pivot d'axe  $(B, \vec{z}_0)$  et  $(D, \vec{z}_0)$  avec chacun des doigts **4 et 5**, et respectivement en liaison pivot de même axe  $(A, \vec{z}_0)$  avec le piston **1**.

Un ressort **R** exerce une action de rappel sur le piston **1** qui est modélisée par le glisseur suivant au point A :

$$\{F_{R/1}\} = \left\{ \begin{matrix} F_R \vec{x}_0 \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A \text{ avec } F_R = -(K\Delta L + F_0)$$

#### OBJECTIF DE L'EXERCICE :

Les actions de serrage  $\{F_{S/4}\}$  et  $\{F_{S/5}\}$  de l'objet **S** étant symétriques et supposées connues, on cherche à maintenir l'effort normal  $F_S$  à une valeur maximale. Pour ce faire, on souhaite déterminer la pression  $p$  dans la chambre du vérin assurant le serrage.

$$\{F_{S/4}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{F}_S = F_S \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_H \text{ avec } F_S \text{ connu ; } \{F_{S/5}\} = \left\{ \begin{matrix} -\vec{F}_S \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_I$$

#### HYPOTHESES

- Les poids de tous les solides constituant la pince sont considérés négligeables devant les efforts de pression et de serrage.
- Tous les frottements sont négligés (liaisons parfaites).

**QUESTION PRELIMINAIRE**

- 1- Soit  $p$  la pression de l'air situé dans la chambre du vérin. On suppose que  $p$  est inconnue et constante sur toute la surface du piston cylindrique **1** de diamètre  $D$ . Déterminer le torseur des actions de pression sur le piston **1**  $\{F_{fluide/1}\}$  au point G (centre de la surface du piston), en fonction de la pression  $p$  et des éléments de géométrie. Justifier votre raisonnement. On négligera la pression atmosphérique à l'extérieur de la chambre du vérin.

Par la suite (parties A et B), le mécanisme sera considéré comme un **système plan**, de plan de symétrie  $(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$ .

**NOTATIONS**

Le torseur d'action mécanique au point P du solide  $i$  sur le solide  $j$ , exprimé dans le repère  $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  sera noté :

$$\{F_{i/j}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{R}_{ij} \\ \vec{M}_{ij}(P) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{c} X_{ij} \\ Y_{ij} \\ - \end{array} \right\}_{R_0} \left| \begin{array}{c} - \\ - \\ N_{ij} \end{array} \right\}_{R_0}_P$$

**PARTIE A : ETUDE STATIQUE (les questions sont pour la plupart indépendantes)**

- 2- Donner, en justifiant, le nombre d'inconnues statiques du mécanisme complet.

**Remarque** : En A, seules les liaisons pivot **1/2** et **1/3** sont à considérer. C'est-à-dire qu'il n'existe pas de liaison entre les solides **2** et **3**.

- 3- Isoler le solide **2**. Appliquer le P.F.S. au point A. Développer le système d'équations sans le résoudre.  
 4- Isoler le solide **1**. Appliquer le P.F.S. au point A. Développer le système d'équations sans le résoudre.  
 5- Isoler le solide **4**. Appliquer le P.F.S. au point C. Développer le système d'équations sans le résoudre.

En raison de la symétrie du système, on vérifie les équations suivantes

- (i)  $X_{31} = X_{21}$ , (ii)  $Y_{31} = -Y_{21}$ , (iii)  $Y_{01} = 0$ ,  
 (iv)  $X_{24} = X_{35}$ , (v)  $Y_{04} = -Y_{05}$ , (vi)  $X_{04} = X_{05}$ , (vii)  $Y_{24} = -Y_{35}$

- 6- Déterminer alors l'expression littérale du module de l'effort du fluide sur le piston **1**  $\|\vec{F}_{fluide/1}\|$  en fonction du module de l'effort de serrage connu  $F_s$ , du module de l'effort produit par le ressort  $F_r$  et des données géométriques (tableau 1).  
 7- Application numérique  
 Déduire de 6) la valeur de la pression  $p$ . Préciser l'unité.

**PARTIE B : ETUDE STATIQUE GRAPHIQUE**

On ne s'intéresse dans cette partie qu'à la moitié supérieure de la pince, solides **1**, **2**, **4**, et le ressort **R**. En utilisant le document fourni figure 3, connaissant l'action mécanique de serrage  $\{F_{s/4}\}$ .

- 8- Déterminer par construction graphique l'effort du doigt **4** sur le bâti **0**. Justifier le raisonnement.  
 9- Déterminer par construction graphique l'effort de la biellette **2** sur le piston **1**. Justifier le raisonnement.

On considère tout le mécanisme maintenant qui présente un plan  $(O_0, \vec{x}_0, \vec{z}_0)$  de symétrie des efforts.

- 10- Déduire l'effort du fluide sur le piston **1** à partir des résultats précédents et de la donnée de l'effort de rappel du ressort.  
 11- Application numérique.  $\|\vec{F}_{fluide/1}\| = ?$

Echelle :  $F_s$  représente un effort de 80 N

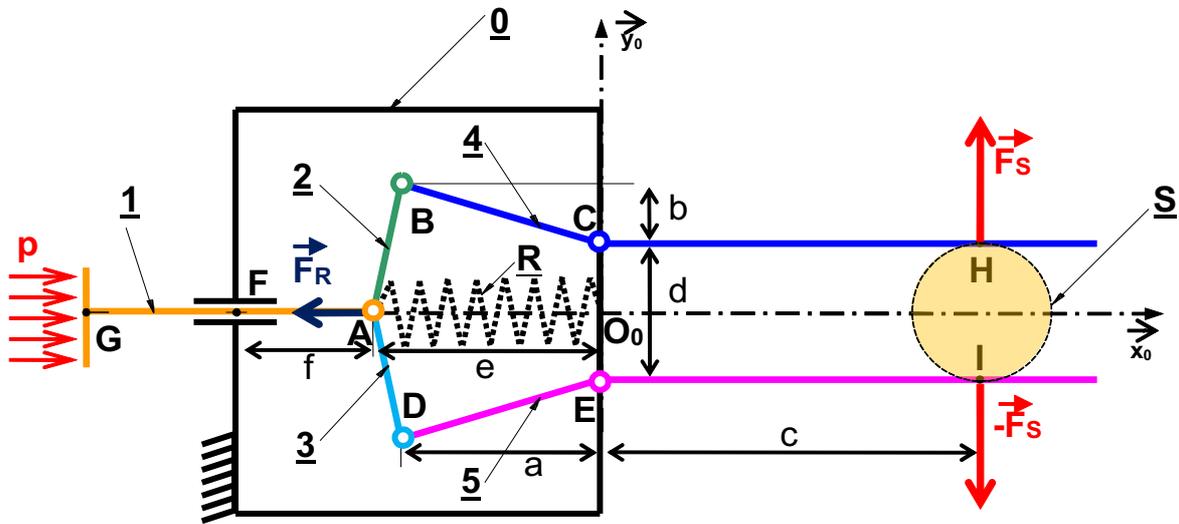


Figure 2 : Schéma cinématique de la Pince Robot Schrader-Bellows

Point	A	B	C	D	E	F	H	I
coord. X	-e	-a	0	-a	0	-e-f	c	c
coord. Y	0	b+d/2	d/2	-b-d/2	-d/2	0	d/2	-d/2

Tableau 1 : Coordonnées des points dans le repère  $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$

## DONNEES

$\Delta L$  représente l'allongement du ressort entre la position de fonctionnement et la position initiale.

- Raideur du ressort  $\underline{R}$  :  $K = 10 \text{ N.mm}^{-1}$
- Intensité de l'effort du ressort sur le piston lorsque  $\Delta L = 0$  :  $F_0 = 10 \text{ N}$
- Déplacement du piston dans la position du schéma cinématique :  $\Delta L = 13 \text{ mm}$
- Diamètre du piston :  $D = 35 \text{ mm}$
- Effort de serrage :  $F_s = 80 \text{ N}$

$$a = 27 \text{ mm} ; b = 10 \text{ mm} ; c = 54 \text{ mm} ; d = 22 \text{ mm} ; e = 32 \text{ mm} ; f = 15 \text{ mm}$$



## Statique graphique - Document réponse

Nom : .....  
Groupe : ...

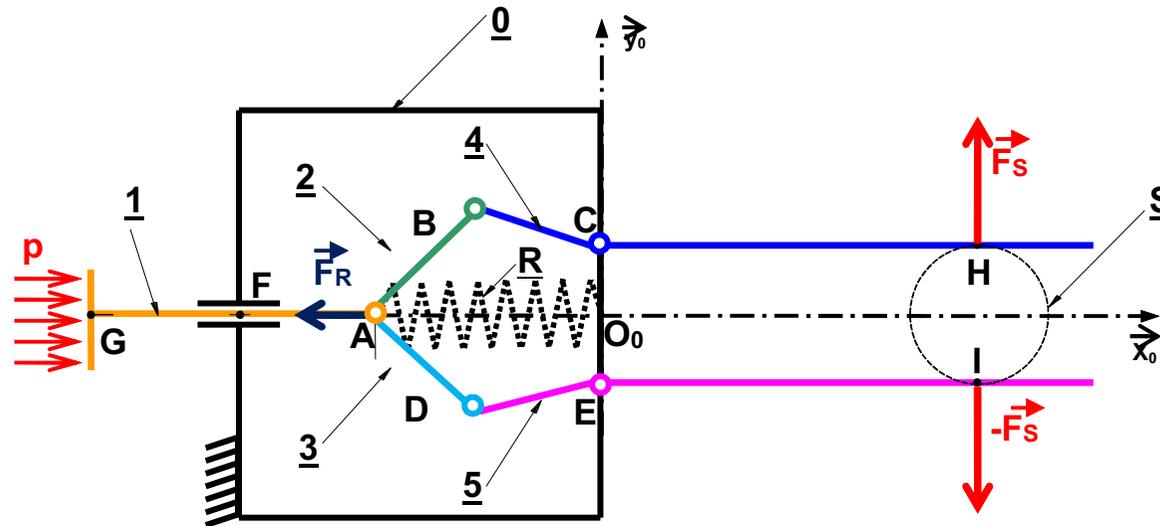


Figure 3 : Document graphique

*Echelle :  $F_s$  représente un effort de 80 N*