

## 1. MISE EN CONTEXTE

Les entreprises industrielles travaillent constamment à l'amélioration de la productivité et de la rentabilité. Sur des opérations de manutention, positionnement, montage, à faible cadence, l'automatisation à outrance et les cellules robotisées ne sont pas rentables... Les systèmes d'aide à la manutention sont un compromis intéressant. En effet, l'employeur maintient une activité humaine (conservation d'emploi) tout en limitant la pénibilité donc en améliorant les conditions de travail, pour des coûts d'investissement modestes.

La charge est suspendue en bout de bras à un système de préhension ou préhenseur. Le poids de la charge à manutentionner est équilibré par le bras, l'utilisateur accompagne la charge dans son déplacement... dans la limite des courses disponibles. Les seuls efforts à fournir sont ceux nécessaires à vaincre les frottements et les effets d'inertie. Lorsque l'utilisateur lâche la charge, elle doit rester stable en position dans l'espace.

Pour stabiliser la charge et assister l'opérateur, on dispose, à l'arrière du bras, un système de compensation composé d'un contrepoids et d'un actionneur pneumatique.



Figure 1 – Manipulateur auto-équilibré équipé d'une pince

## 2. OBJECTIF

On cherche à comparer plusieurs solutions constructives pour l'actionneur pneumatique du système de compensation.

## 3. PARAMETRAGE

On donne figure 2 le modèle cinématique du manipulateur sans actionneur.

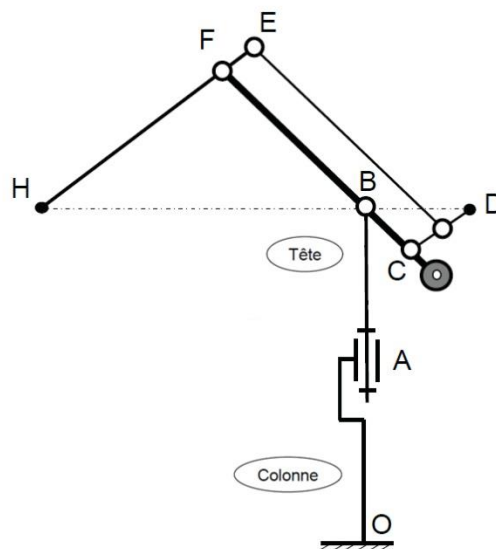


Figure 2 - Modèle cinématique du manipulateur sans actionneur

Pour simplifier l'analyse, on suppose que l'axe vertical n'est pas utilisé. Le modèle du manipulateur devient celui de la figure 3.

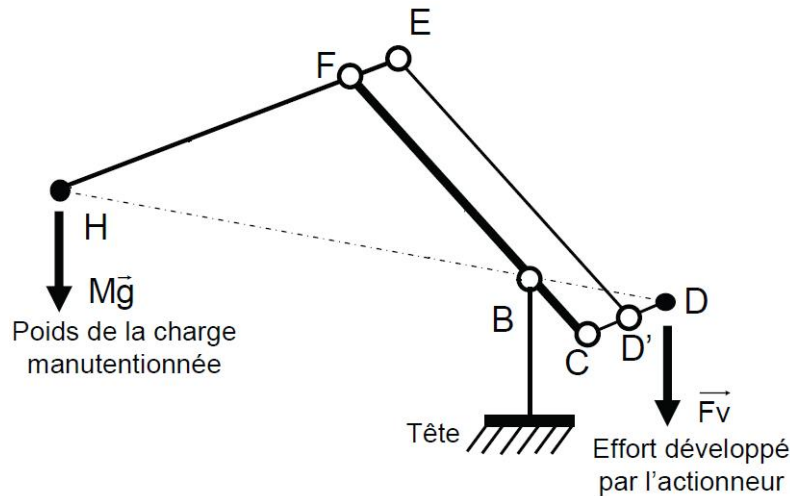


Figure 3 - Modèle simplifié du manipulateur

L'actionneur pneumatique est en fait un vérin. L'extrémité de la tige de l'actionneur pneumatique est en liaison avec le bras au niveau du point D. On donne figure 4 le schéma pneumatique partiel de l'alimentation de l'actionneur pneumatique.

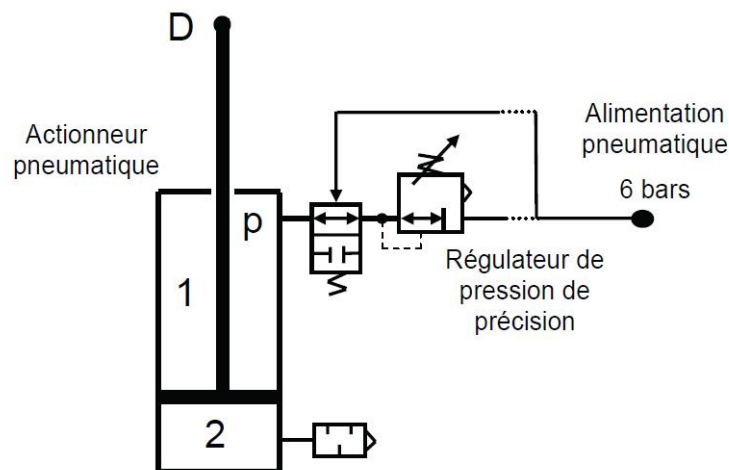


Figure 4 - Schéma pneumatique de l'alimentation de l'actionneur pneumatique

L'action mécanique de la pression  $p$  établie dans le vérin équilibre la charge suspendue en bout de bras. Cette pression, dite d'équilibrage, est réglée par l'utilisateur et régulée par le régulateur de pression de précision.

Si l'opérateur exerce sur la charge un effort vers le bas pour la faire descendre, la tige du vérin est tirée vers le haut par l'intermédiaire du bras. L'air emprisonné dans la chambre 1 est en légère surpression donc le régulateur évacue le surplus d'air pour maintenir la pression d'équilibre. Lorsque l'opérateur lâche la charge, elle reste en équilibre. Le principe est similaire pour faire monter la charge.

Ce système permet donc d'avoir une charge stable dans l'espace et déplaçable moyennant de faibles efforts, liés à l'inertie et aux frottements.

## 4. QUESTIONS

3.1 Quel le rôle du distributeur 2/2 ?

On envisage quatre solutions de liaisons entre la tige de l'actionneur pneumatique et la barre CD.

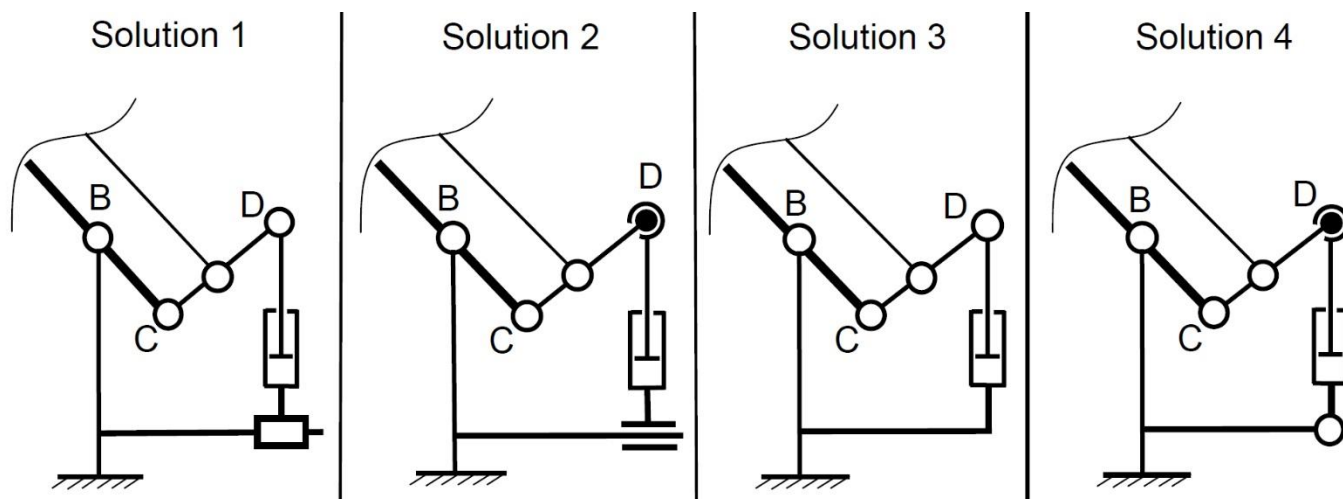


Figure 5 – Modèles cinématiques des quatre solutions envisagées.

3.2 Pour chaque solution, déterminer le degré d'hyperstaticité  $h$  de la solution d'assemblage de l'actionneur pneumatique entre la tête du manipulateur et la barre CD.

**Rem :** on considèrera que la liaison entre la tige et le corps de l'actionneur pneumatique est une liaison pivot glissant.

3.3 Pour chaque solution, donner les avantages et inconvénients.

3.4 Choisir la solution la plus adaptée.