

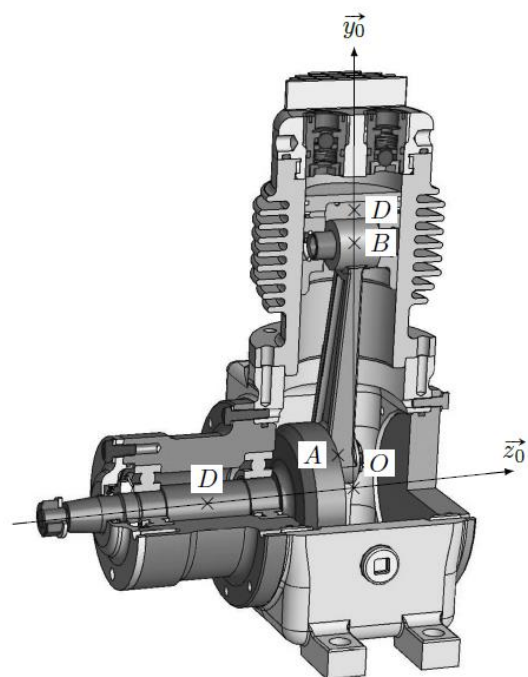
## TD 1 Compresseur

### Présentation

Certaines machines utilisent de l'énergie pneumatique pour leurs actionneurs. Un micro-compresseur permet de fournir de l'air sous pression (de 5 à 8 bar). Il fonctionne généralement de façon intermittente. L'air sous pression est stocké dans un réservoir. Le compresseur est lui-même entraîné par un moteur électrique.



(a) Vue extérieure du compresseur.



(b) Vue en écorché de l'intérieur du compresseur.

La Figure (a) présente une vue extérieure du compresseur. On distingue l'arbre moteur, lié au moteur électrique et les orifices d'admission et de refoulement d'air.

Le principe de fonctionnement est basé sur celui d'un système bielle-manivelle. Le mouvement d'aller-retour du piston 3 permet d'augmenter puis de diminuer alternativement le volume d'une chambre. Deux clapets anti-retour assurent la distribution du gaz. Un clapet autorise l'air extérieur à rentrer dans la chambre lorsque le piston descend et l'empêche de ressortir. Le second clapet autorise l'air à sortir vers la bombonne lorsque sa pression est suffisante pour ouvrir le clapet.

La compression d'un gaz s'accompagnant d'une élévation de sa température, des ailettes de refroidissement sont disposées autour de la chambre de compression.

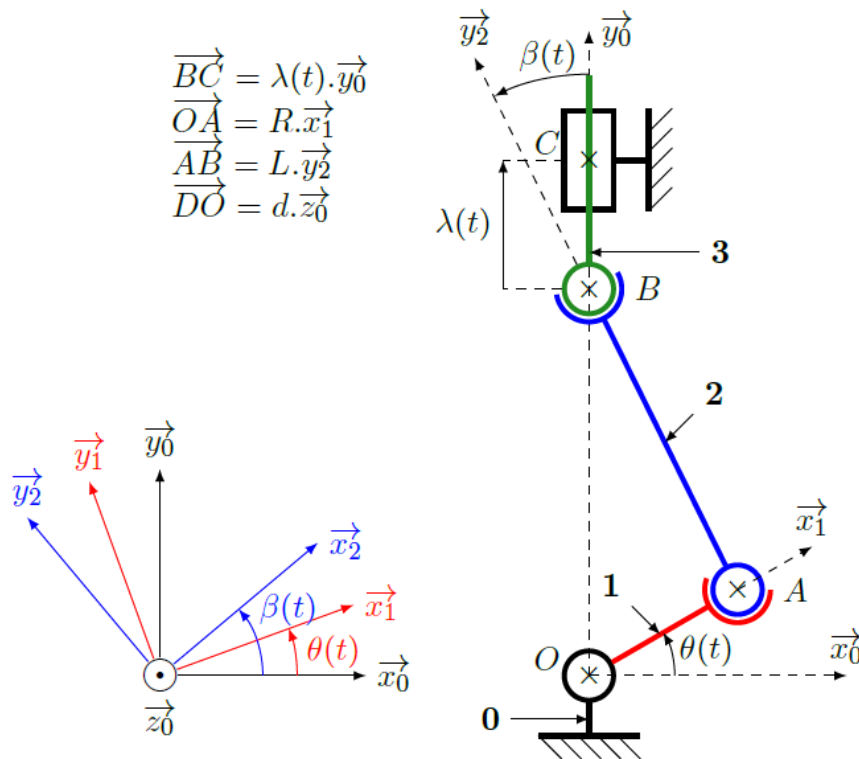
Le dimensionnement du moteur électrique et des liaisons nécessite de déterminer le couple moteur nécessaire pour atteindre 10 bars, ainsi que les efforts dans les liaisons entre solides et en particulier les efforts dans les deux roulements guidant l'arbre moteur en rotation. Les effets dynamiques sont supposés négligeables devant les efforts dus à la pression de l'air, ce qui permet de considérer les pièces en équilibre quasi-statique.

Pour répondre à cet objectif, il faut successivement :

- modéliser le système pour faire apparaître ses propriétés en termes d'efforts ;
- modéliser les efforts extérieurs et ceux entre solides ;
- traduire l'équilibre des solides afin de trouver les lois liant les forces s'exerçant dans le système.

### Modélisation

Le mécanisme est constitué d'un assemblage de solides indéformables. La modélisation statique reprend le graphe de liaisons et le schéma cinématique pour modéliser le système. Attention toutefois car il s'agit cette fois de modéliser les actions mécaniques transmissibles : le choix des liaisons peut être différent de celui envisagé pour l'étude des mouvements.



La liaison entre le piston 3 et le bâti 0 est réalisée par un contact cylindre-cylindre et se modélise naturellement par une liaison pivot glissant d'axe  $(C, \vec{y}_0)$ .

Les deux liaisons de part et d'autre de la bielle 2 sont réalisées par des contacts cylindre-cylindre relativement courts par rapport au diamètre, ce qui conduit à les modéliser par des liaisons sphériques de centres A et B.

Pour le guidage de l'arbre 1 par rapport au bâti 0, sans rentrer dans le détail, l'ensemble des deux roulements est modélisé par une liaison pivot d'axe  $(D, \vec{z}_0)$ , bloquant tous les mouvements hormis la rotation suivant la direction  $\vec{z}_0$ .

**Objectif :** Déterminer le couple moteur  $C_m$  en fonction de la position angulaire du moteur  $\theta$  et de la pression  $p$ .

**Q1 :** Tracer le graphe de structure de ce mécanisme.

*Pour résoudre ce problème, on va appliquer le PFS dans un premier temps à la bielle 2, puis à l'arbre 1 et enfin au piston 3.*

### Isolement de la bielle 2

#### **BAME**

**Q2 :** Écrire le torseur de l'action mécanique du piston 3 sur la bielle 2, noté  $\{\mathcal{T}_{3 \rightarrow 2}\}$ .

**Q3 :** Écrire le torseur de l'action mécanique de l'arbre 1 sur la bielle 2, noté  $\{\mathcal{T}_{1 \rightarrow 2}\}$ .

#### **PFS**

**Q4 :** Écrire les 6 équations du PFS appliqué à la bielle 2

### Isolement de l'arbre 1

#### **BAME**

**Q5 :** Écrire le torseur de l'action mécanique de la bielle 2 sur l'arbre 1, noté  $\{\mathcal{T}_{2 \rightarrow 1}\}$ .

**Q6 :** Écrire le torseur de l'action mécanique du bâti 0 sur l'arbre 1 noté  $\{\mathcal{T}_{0 \rightarrow 1}\}$ .

**Q7 :** Écrire le torseur de l'action extérieure du moteur sur l'arbre 1, noté  $\{\mathcal{T}_{mot \rightarrow 1}\}$ .

#### **PFS**

**Q8 :** Écrire les 6 équations du PFS appliqué à l'arbre 1.

### Isolement du piston 3

#### *BAME*

**Q9 :** Écrire le torseur de l'action mécanique de la bielle 2 sur le piston 3, noté  $\{\mathcal{T}_{2 \rightarrow 3}\}$ .

**Q10 :** Écrire le torseur de l'action mécanique du bâti 0 sur le piston 3, noté  $\{\mathcal{T}_{0 \rightarrow 3}\}$ .

**Q11 :** Écrire le torseur de l'action mécanique de l'air sur le piston 3, noté  $\{\mathcal{T}_{air \rightarrow 3}\}$ .

#### *PFS*

**Q12 :** Écrire les 6 équations du PFS appliqué au piston 3.

### Conclusion

**Q13 :** En conclure l'expression de  $C_m$  en fonction de  $\theta$ ,  $p$  et des caractéristiques géométriques du mécanisme.

*Remarque :* Le système d'équations obtenu par les 3 isollements permet de déterminer l'ensemble des inconnues. La méthode employée pour résoudre cet exemple est assez systématique et représentative de la démarche d'isolement. Néanmoins, lorsqu'il n'est pas nécessaire de calculer toutes les inconnues du problème, des méthodes plus efficaces sont préférables. Ces stratégies de résolution seront vues par la suite.