

## Le coin Techno d'In Situ

# La compressibilité des fluides

**La compressibilité des fluides est un phénomène commun à tous les systèmes hydrauliques. Il est souvent dit que le fluide hydraulique est incompressible, mais cela n'est pas tout à fait vrai...**

► « La compressibilité d'un fluide est définie par son module d'élasticité. Lorsque le module d'élasticité augmente, la compressibilité diminue.

Le module d'élasticité est une propriété inhérente du fluide. Le fluide dans le circuit hydraulique doit être comprimé avant de pouvoir transmettre la puissance à l'actionneur. Parce que cette compressibilité du fluide nécessite un travail en entrée - qui ne peut pas être converti en travail utile en sortie - elle est donc perdue, ce qui constitue un facteur contribuant à une perte sur le rendement global du système hydraulique.

Plus grand est le volume de l'actionneur, plus grand sera le temps de réponse, attribuable à la compressibilité du fluide. Sur des systèmes à haute dynamique, tels que les asservissements en boucle fermée, la déformation du volume d'huile affecte la réponse du système,

ce qui peut provoquer des problèmes de stabilité et parfois même des phénomènes d'auto-oscillation.

### Module d'élasticité

Contrairement à l'indice de viscosité, le module d'élasticité ne peut pas être amélioré par l'adjonction d'additifs. Toutefois, les utilisateurs d'équipements hydrauliques peuvent prendre des mesures pour minimiser ces effets liés à la compressibilité du fluide :

- La première consiste à maîtriser la température de fonctionnement du système. En effet, la compressibilité du fluide augmente avec la température. Une huile minérale classique est environ 30 fois plus compressible à 100°C qu'à 20°C !

- La seconde est de maîtriser la désaération du fluide. 1% d'air dans un volume d'huile peut réduire le module d'élasticité d'environ 75% !

Le contrôle de la désaération se fait dès la conception du système en étudiant correctement la capacité du réservoir. En effet, c'est dans celui-ci que le fluide aura le temps de se désaérer.

*Le saviez-vous ?*

*L'air est environ 10 000 fois plus compressible que l'huile hydraulique.*

Les gaz dissous dans l'huile ont tendance à réapparaître avec la



montée en température : encore une raison pour maîtriser la température de fonctionnement. Enfin, l'oxydation de l'huile et sa contamination par l'eau sont autant de facteurs nuisibles à sa capacité de désaération.

Voici un exemple de calcul de compressibilité :

K est le module de compressibilité : il est variable entre 10 000 et 15 000 (K est donné à titre indicatif, sans prise en compte de la température du fluide ni du taux de gaz dissous dans l'huile). Soit un vérin 160 x 120 x 1000 à une pression de 315 bar.

Le volume coté fond sera :

$$V_f = \frac{\pi \times D^2}{4} \times C = \frac{\pi \times 160^2}{4} \times 1000 = 20.1 \text{ Litres}$$

Le volume comprimé à 315 b sera :

$$\Delta v = \frac{V_f \times P}{K} = \frac{20.1 \times 315}{15000} = 0.42L$$

Le volume total d'huile enfermé dans le vérin à 315 b sera de 20.1 L + 0.42 L = 20.52 L !

Donc pour passer de 0 bar à 315 b, il faudra injecter 0.42 L d'huile dans ce vérin ! D'où l'intérêt de réaliser une décompression avant le retour... » ■

*Jérémy Chhoev  
Expert hydraulicien*

