

## Le Coin Techno d'In Situ

# Compression/dilatation de l'huile

Dans les calculs dimensionnels usuels, l'huile hydraulique est très souvent considérée comme un fluide parfait, ce qui ne pose pas de soucis pour les calculs hydrostatiques de puissance. En réalité, tous les fluides (ainsi que tous les solides) peuvent changer de volume, se compresser ou se dilater en fonction de certains éléments extérieurs tels que la température ou la pression. Si ces variations restent faibles et donc négligeables sur de petits circuits hydrauliques, elles peuvent être néfastes si oubliées sur des installations de grande capacité ou de grande précision.



► « Définition de la compressibilité : propriété que possèdent tous les corps de pouvoir être comprimés, de pouvoir diminuer de volume sous l'action d'une pression.

La différence de volume ainsi créée peut se calculer à l'aide de la formule suivante :

$\Delta V = V_0 * \beta * \Delta P = V_0 * \Delta P / E$   
 $\Delta V =$  différence de volume (litre).  
 $V_0 =$  volume d'huile initial (litre).  
 $\Delta P =$  différence de pression (bar).

$\beta =$  coefficient de compressibilité. Pour une huile minérale  $6 \cdot 10^{-5} < \beta < 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1}$

$E =$  module de compressibilité.  
 $E = 1/\beta$ .

Exemple 1 : Mise en pression d'un vérin sur une presse d'emboutissage.

Volume de la chambre du vérin à la fin de la phase d'approche : 100 litres.

Pression de travail : 350 bar.

$\beta = 8 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1}$  (donnée du fabri-

cant d'huile).

$\Delta V = 100 \times 8 \cdot 10^{-5} \times 350 = 2,8$  litres

Il faudra donc ajouter 2,8 litres d'huile dans la chambre du vérin une fois arrivé en butée - donc sans aucun mouvement du piston - pour atteindre les 350 bar de pression.

A noter : Le coefficient de compressibilité  $\beta$  donné par le fabricant correspond à une huile complètement désaérée.

Plus l'huile sera chargée en bulles d'air, plus elle sera compressible.

### La dilatation

Définition : Augmentation du volume due à l'augmentation de la température.

La différence de volume ainsi créée peut se calculer à l'aide de la formule suivante :

$\Delta V = V_0 * \alpha * \Delta T$   
 $\Delta V =$  différence de volume (litre).  
 $V_0 =$  volume d'huile initial (litre).  
 $\Delta T =$  différence de température (degrés Celsius).

$\alpha =$  coefficient de dilatation thermique. Pour une huile minérale  $\alpha = 0,0007 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Exemple 2 : Remplissage d'un réservoir hydraulique d'une capacité de 1000 litres.

Température ambiante : 20°C.

Température de fonctionnement maximale : 60°C.

A 60°C, la charge d'huile aura donc augmenté d'un volume de :

$\Delta V = 1000 \times 0,0007 \times (60-20) = 28$  litres

Astuce :

Afin d'éviter tout débordement, il conviendra donc de suivre la procédure suivante lors du remplissage d'un réservoir de grande capacité :

1. Calculer le volume de dilatation maxi  $\Delta V$ .
2. Remplir le réservoir jusqu'au niveau maximum.
3. Purger le circuit.
4. Refaire l'appoint d'huile au niveau maxi (huile à température ambiante !).
5. Retirer un volume d'huile égal au  $\Delta V$  calculé.

Exemple 3 : Considérons maintenant le vérin de l'exemple 1 à l'arrêt en raison d'une panne et proche d'une source de chaleur extérieure (cas d'une forge par exemple) :

Tige en butée mécanique, équipée d'un système de retenue de charge étanche, pression = 0 bar à 20°C.

Une augmentation de la température jusqu'à 60°C va provoquer une augmentation du volume d'huile dans la chambre du vérin de :  $\Delta V = 100 \times 0,0007 \times (60-20) = 2,8$  litres.

La chambre du vérin étant étanche, cette augmentation de volume va donc se traduire par une montée en pression :  $\Delta P =$

$\Delta V / (V_0 * \beta) = 2,8 / (100 \times 8 \cdot 10^{-5}) = 350 \text{ bar !!!}$

### Conclusion :

Il faut bien penser à prendre en compte la compressibilité de l'huile sur des installations ayant des grands volumes d'huile ou des asservissements, la compressibilité induisant un temps de réponse à la montée en pression et une instabilité de régulation. La dilatation est elle aussi à prendre en compte avec les variations de température. Cela peut être aussi simple qu'un flexible équipé de push-pulls aux deux extrémités, étant resté toute une après-midi au soleil, que l'on ne peut rebrancher ». ■

Nicolas Delliere  
Expert In Situ

