

Le Coin Techno d'In Situ

Vitesses d'écoulement

Le diamètre des différentes tuyauteries d'un circuit hydraulique est défini par la vitesse d'écoulement maximale et les pertes de charges admissibles dans les tuyaux.

► Les vitesses d'écoulement courantes sont indiquées dans le tableau en bas de page.

La vitesse du fluide véhiculé dans les tuyauteries se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$Q = 6 \times S \times V$$

Q : Le débit en l/min.

S : La section de passage en cm².

V : La vitesse d'écoulement en m/s.

Calcul de diamètre intérieur

Le diamètre intérieur du tube est calculé à partir des vitesses d'écoulement du tableau :

$$d = \sqrt{\frac{21,2 \times Q}{v}}$$

v : La vitesse d'écoulement en m/s.

Q : Le débit en L/min.

d : Le diamètre intérieur de la tuyauterie en mm.

Les vitesses de retour sont généralement limitées par les pressions maximum admissibles par les composants montés sur cette ligne.

Ex : Cartouche filtrante 5 bar maxi,

Refroidisseur 3 bar maxi.

Les vitesses maximales des drains sont limitées par les contrepressions admissibles dans les carters de pompes, des moteurs ou la tenue en pression du joint d'étanchéité d'arbre. Environ 2 bar maxi.

Le saviez-vous ?

Sur certaines installations, en particulier sur les engins mobiles, les vitesses d'écoulement sur les lignes pression peuvent monter jusqu'à 10, voire 12 m/s.

Abaques

(débit, pression, vitesse, diamètres, épaisseurs)

Les formules utilisées en bureau d'études ne sont pas simples à utiliser lors des travaux de montage. Pour pallier cet inconvénient, on trouve des abaques. De nombreux abaques sont disponibles dans les Carnets de poche « Astuces et ficelles »



d'In Situ en vente sur www.experts-insitu.com.

En hydraulique industrielle et marine on procède de la façon suivante : le débit et la pression dans une partie de circuit sont donnés par le concepteur de l'installation. Les autres paramètres, s'ils ne sont pas indiqués dans le dossier technique, ou si le responsable du montage veut s'assurer de leur cohérence, se font de la façon suivante :

A partir d'un type de circuit (aspiration, pression, retour, drain, balayage, pilotage), les règles de la profession indiquent des vitesses du fluide en m/s. On en déduit alors le diamètre intérieur de la tuyauterie (en mm).

Connaissant maintenant le diamètre et la pression, il reste à

déterminer l'épaisseur. Pour cela, il faut savoir quel en est le matériau (acier, inox) et ses caractéristiques mécaniques. Dans la pratique, on consulte les catalogues des fabricants généralement complets et bien présentés.

Pertes de charges

Les pertes de charges linéaires sont proportionnelles à la longueur de tuyau à parcourir. On les calcule de la manière suivante :

$$\Delta P = \lambda \times \frac{1}{d} \times 5 \times \rho \times v^2 \times L$$

Δp : La perte de charge en bar.

d : Le diamètre intérieur de la tuyauterie en mm.

ρ : Masse volumique du fluide en Kg/dm³.

V : La vitesse d'écoulement en m/s.

L : La longueur de la tuyauterie en m.

λ : Coefficient de frottement.

Autres que les pertes de charges linéaires, il existe aussi des pertes de charges singulières. Elles correspondent aux « incidents » de parcours du fluide, c'est-à-dire, les coudes, les vannes et autres composants. Elles sont très difficiles à estimer car elles dépendent de paramètres propres à chaque composant (forme, taille, longueur...).

Aujourd'hui, les techniques de simulation nous permettent d'en avoir des valeurs assez précises.

Aussi, la température de l'huile va influencer sur sa viscosité : plus

Pression de Service	Aspiration v =	Refoulement v =	Retour v =
<150 b	0.8 à 1 m/s	3 à 4 m/s	2 à 3 m/s
<250 b	0.8 à 1 m/s	4 à 5 m/s	
>250 b	0.5 à 0.8 m/s	5 à 7 m/s	

l'huile est chaude, plus elle est fluide. Dans un circuit hydraulique, il est déconseillé de descendre en dessous de 10 cSt et de travailler à plus de 65°C.

La pression aussi influe sur la viscosité : plus la pression est élevée, plus la viscosité augmente.

Le coefficient de frottement λ dépend du nombre de Reynolds :

$$nbRe = \frac{v \times d}{\nu \times 1000}$$

v : Vitesse d'écoulement en m/s.
 d : Diamètre du tuyau en mm.
 ν : Viscosité en cSt.

Le nombre de Reynolds caractérise un écoulement, et en particulier la nature de son régime (laminaire, transitoire, turbulent etc. ...).

Si le nombre de Reynolds est inférieur à 2000, le régime est dit laminaire.

(cf. figure 1, ci-dessous)

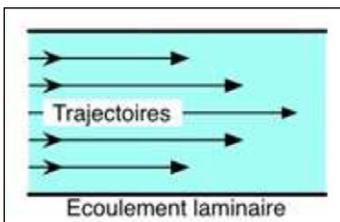


Figure 1

Si le nombre de Reynolds est supérieur à 4000, le régime est dit turbulent.

(cf. figure 2, ci-dessous)

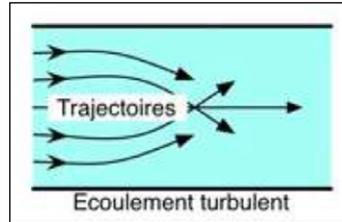


Figure 2

Nous pouvons ainsi calculer notre coefficient de frottement.

Si $Re < 2000$:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Si $Re > 4000$:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Le saviez-vous ?

Pour effectuer le rinçage d'une tuyauterie avant sa mise en service, il est conseillé de le faire en régime turbulent. Cela permet de ramener un maximum de saletés vers les filtres.

Jérémy Chhoey,
Expert In Situ