

Canalisation de refoulement

La réponse que je vous ai faite pour les canalisations de travail (refoulement) ne me satisfait pas complètement. Effectivement pourquoi **4m/s, puis 5m/s, puis 6m/s?**

Le calcul des pertes de charge dans les canalisations est conduit en fonction du régime d'écoulement laminaire ou turbulent défini par le nombre de Reynolds.
Pour un régime laminaire $Re < 1000$.

Nombre de Reynolds (sans dimension) :

$$Re = \frac{v \times d}{\nu}$$

Avec :

ν : viscosité en stokes.

v : en cm/s.

d : en cm.

Coefficient de frottement :

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

Perte de charge en ligne :

$$\Delta p = \lambda \times \frac{\rho}{2} \times \frac{L}{d} \times v^2 \text{ ou } \Delta p = 8 \times \mu \times \pi \times \frac{L}{Q} \times v^2 \text{ soit } \Delta p = 25 \times \mu \times \frac{L}{Q} \times v^2$$

Avec : $\mu = \rho \times \nu$

μ :viscosité absolue.

ρ :masse volumique du fluide.

ν :viscosité cinématique.

Le rendement d'une canalisation est déterminé par :

$$\eta_c = \frac{P_s}{P_e} \text{ d'où } \eta_c = \frac{(P_e - \Delta P)}{P_e} \quad \eta_c = 1 - \frac{\Delta P}{P} \text{ et } \Delta P = (1 - \eta_c) \times P$$

Avec :

P_s : pression de sortie.

P_e : pression d'entrée

ΔP : $P_e - P_s$

On peut écrire que :

$$(1 - \eta_c) \times P = 25 \times \mu \times \frac{L}{Q} \times v^2 \text{ je pose } K = 25 \times \mu \times \frac{L}{Q}$$
$$(1 - \eta_c) \times P = K \times v^2$$

Vitesse du fluide en fonction des pressions de service et du rendement :

On choisira **arbitrairement** un rendement de **-90%**- et trois pressions de service **150b, 250b** et **350b**.

$$(1 - \eta_c) \times P = K \times v^2$$

Vitesse d'écoulement à rendement constant et coefficient -K- identique :

Pression refoulement 150b :

$$(1 - \eta_c) \times P_{150} = v^2 = (1 - 0.9) \times 150 = v^2 \text{ donc } v_{150} = \sqrt{0.1 \times 150} \approx 4 \text{ m/s}$$

Pression refoulement 250b :

$$(1 - \eta_c) \times P_{250} = v^2 = (1 - 0.9) \times 250 = v^2 \text{ donc } v_{250} = \sqrt{0.1 \times 250} = 5 \text{ m/s}$$

Pression refoulement 350b :

$$(1 - \eta_c) \times P_{350} = v^2 = (1 - 0.9) \times 350 = v^2 \text{ donc } v_{350} = \sqrt{0.1 \times 350} \approx 6 \text{ m/s}$$

Conclusion :

La vitesse de circulation du fluide dans une canalisation de refoulement peut croître de 1m/s par tranche de pression de 100bar sans affecter le rendement de cette canalisation.

Estimation du poids de la canalisation de refoulement à paroi mince et pour un régime d'écoulement laminaire en fonction de la puissance à transmettre.

-Cette démonstration est donnée dans le livre Mécanismes oléo-hydrauliques J. Faisandier Edition 1987 Chapitre 8-

Poids des canalisations par mètre :

$$p/m = \rho \times \pi \times d \times e \quad (1)$$

Avec :

ρ = masse volumique du métal du tube.

d =diamètre intérieur du tube.

e = épaisseur du tube.

σ =la contrainte admissible de la tuyauterie.

μ =la viscosité du fluide.

Perte de pression par mètre :

$$\Delta P = \frac{8 \times \mu \times v^2}{Q} \text{ ou } \Delta P = \frac{8 \times \mu}{Q} \times \left(\frac{Q^2}{S^2} \right) \text{ donc } \Delta P = \frac{128 \times \mu \times Q}{\pi \times d^4}$$

$$\Delta P = (1 - \eta_c) \times P = \frac{128 \times \mu \times Q}{\pi \times d^4} \quad (2)$$

L'épaisseur du tube est donnée par la résistance des matériaux :

$$e = \frac{P \times d}{2 \times \sigma} \quad (3)$$

Canalisation de refoulement

Poids des canalisations par mètre :

$$p/m = \rho \times \pi \times d \times e \text{ ou } p/m = \rho \times \pi \times d \times \frac{P \times d}{2 \times \sigma} \text{ donc } \rho \times \pi \times d^2 \times \frac{P}{2 \times \sigma} \quad (4)$$

Perte de charge en mètre :

$$(1 - \eta_c) \times P = \frac{128 \times \mu \times Q}{\pi \times d^4} \text{ d'où } P = \frac{128 \times \mu \times Q}{\pi \times d^4 \times (1 - \eta_c)} \quad (5)$$

$$d^4 = \frac{40.75 \times \mu \times Q}{(1 - \eta_c) \times P}$$

On multiplie par la pression -P-.

$$d^4 = \frac{40.75 \times \mu \times Q}{(1 - \eta_c) \times P} = \frac{40.75 \times \mu \times Q \times P}{(1 - \eta_c) \times P^2} = d^4 = \frac{40.75 \times \mu \times Pu}{(1 - \eta_c) \times P^2}$$

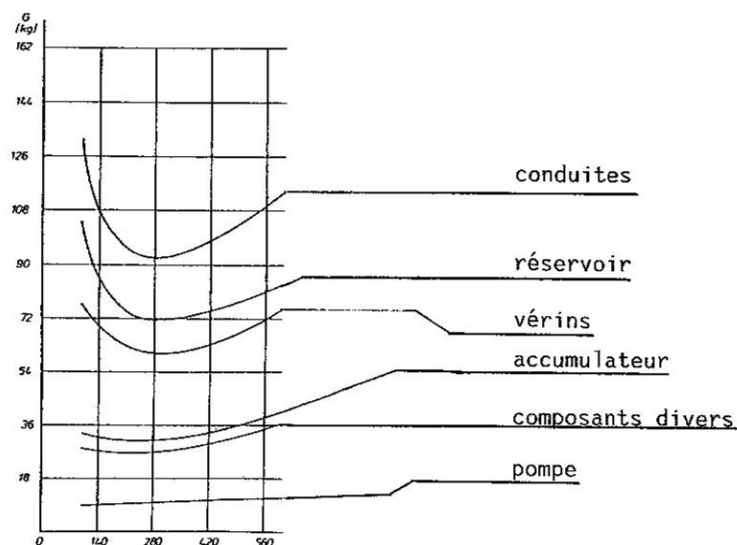
$$d^2 = \frac{6.38}{P} \times \sqrt{\frac{\mu \times Pu}{(1 - \eta_c)}} \quad (6)$$

On remplace la valeur de -d²- dans (4).

$$p/m = \rho \times \pi \times \frac{P}{2 \times \sigma} \times \frac{6.38}{P} \times \sqrt{\frac{\mu \times Pu}{(1 - \eta_c)}} = \frac{10 \times \rho}{\sigma} \times \sqrt{\frac{\mu \times Pu}{(1 - \eta_c)}} \quad (7)$$

Le poids de la tuyauterie dépendant de la puissance à transmettre.

Le graphe de dessous représentant la masse d'une installation hydraulique en fonction de la pression de fonctionnement. Il apparaît que pour la majorité des composants le meilleur rapport poids/pression se situe pour une pression de fonctionnement de 280bar y compris les canalisations.



Masse d'une installation hydraulique en fonction de la pression de fonctionnement

Canalisation de refoulement

Le premier intérêt d'augmenter la pression est une diminution de l'encombrement et le cout global de l'installation.

Extrait du cours Tome 3

Etude et conception des installations hydraulique -MANNESMANN Rexroth-

Le choix du diamètre intérieur d'une canalisation est défini en fonction :

Du débit et des caractéristiques physique du fluide, résistance à l'écoulement (viscosité).

Pour la définition de la pression de refoulement, il est essentiel de calculer les pertes de charges dans l'ensemble du système hydraulique. Si ces pertes de charges se révèlent trop importantes par rapport aux paramètres fixés par l'étude initiale, il convient de procéder à un nouvel dimensionnement.

La vitesse linéaire moyenne donnée par, $V = Q/6S$ doit être définie selon des critères techniques et économiques.

L'aspect économique met l'accent sur les investissements et les couts de d'exploitation, tandis que l'aspect technique fixe les valeurs maximales qui sont fonction du débit, leur dépassement provoque des vibrations anormales des tuyauteries des émissions sonores, ainsi que des phénomènes d'érosion au droit des changements de direction. Les données de référence pour le choix de la vitesse linéaire moyenne sont données par le tableau ci dessous.

Conduite d'aspiration		Conduite de refoulement		Conduite de retour
Viscosité Cinématique ν en cst	Vitesse en m/s	Pression en bar	Vitesse en m/s	Vitesse en m/s
150	0.6	25	2.5 à 3	1.7 à 4.5
100	0.75	50	3.5 à 4	
50	1.2	100	4.5 à 5	
30	1.3	200	5 à 6	
		>200	6	

« Si des erreurs se sont introduites dans le document merci de les signaler ».