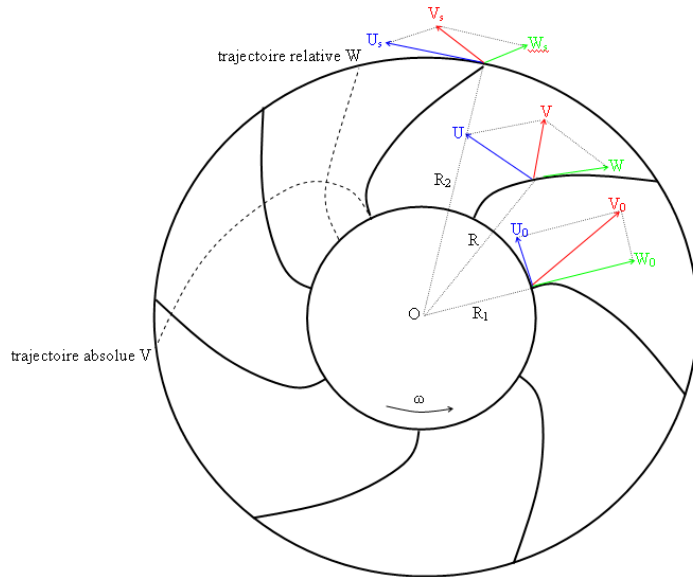
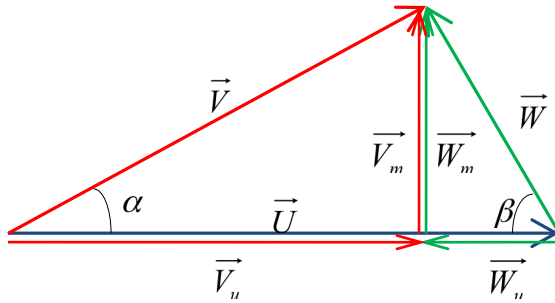


## Turbomachines

Composition des vitesses :



$\vec{V} = \vec{U} + \vec{W}$   
 $\vec{W}$  est tangente à l'aube.  
 $\vec{U}$  est tangente au cercle

$$U_1 = \omega R_1 = \frac{\pi N}{30} R_1$$

$$\vec{V}_m = \vec{W}_m$$

L'indice m désigne la projection méridienne, dans le sens de l'écoulement.

L'indice 1 désigne l'entrée, l'indice 2 la sortie.

Débit :

$$Q_m = \rho_1 |V_{m1}| S_1 = \rho_2 V_{m2} S_2$$

Equation d'Euler :

Écoulements radiaux

$$Y_E = \frac{P_E}{Q_m} = U_2 V_2 \cos \alpha_2 - U_1 V_1 \cos \alpha_1$$

Écoulements axiaux

$$Y_E = \frac{P}{Q_m} = U [V_2 \cos \alpha_2 - V_1 \cos \alpha_1]$$

Hauteur d'Euler :

$$H_E = \frac{Y_E}{g}$$

$$P = H_E \rho g Q_v = Y_E \rho Q_v = Y_E Q_m$$

Pompes et ventilateurs :  $Y_E > 0$

Turbines :  $Y_E < 0$

Rendements :

Rendement aérodynamique ou hydraulique d'aubage :

$$\mu_h = \frac{H_n}{H_E} \quad H_u = H_n$$

Rendement volumétrique :

$$\mu_v = \frac{Q_{mS}}{Q_{mE}} = \frac{Q_{mS}}{Q_{mS} + \underbrace{q_{fe}}_{\text{débit fuites}}}$$

Rendement mécanique :

$$\mu_m = \frac{P_i}{P} = 1 - \frac{\overbrace{P_m}^{\text{perdue dans paliers}}}{P}$$

$$P_{hydraulique} = \rho g Q_v H_n$$

### Réseau et point de fonctionnement :

Caractéristique du réseau  $H_n$  : équation des pertes de charge

Rappel : équation des pertes de charge entre A et B :

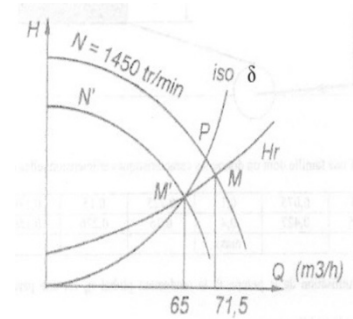
$$\frac{p_B - p_A}{\rho g} + z_B - z_A + \frac{V_B^2 - V_A^2}{2g} = \frac{C^2}{2g} \left( \frac{L}{D} \lambda + \sum \xi_i \right) - H_n$$

$$C = \frac{Q_v}{S}$$

Point de fonctionnement : intersection caractéristique réseau et caractéristique pompe sur le graphe  $H = f(Q_v)$ .

### Similitude :

Coefficients de Rateau :



Pour résoudre un problème de similitude, on réalise les étapes suivantes :

- $H_M$  : On calcul avec l'équation de  $H_n$  pour le nouveau débit
- $k$  : On calcul par intersection de la courbe iso-débit quadratique ( $y=k \cdot Q^2$ ) et la courbe du réseau  $H_r$
- $H_P$  : On fait l'intersection de la courbe iso-débit avec la courbe de  $H_u$  pour la vitesse de rotation initiale
- $Q_P$  : On trouve l'ordonnée de  $H_P$

$$\text{Manométrique : } \mu_R = \frac{gH_n}{U^2} = \frac{Y}{\omega^2 R^2}$$

$$\text{De débit : } \delta_R = \frac{Q_v}{UR^2} = \frac{Q_v}{\omega R^3} \quad \tau_r \cdot \eta = \delta_r \cdot \mu_r \quad \eta = \frac{(\rho \cdot Q_v \cdot g \cdot H_u)}{P}$$

$$\text{De puissance : } \tau_R = \frac{P}{\rho U^3 R^2} = \frac{P}{\rho \omega^3 R^5}$$

### Diagramme de Cordier :

$$\text{De vitesse angulaire (ou spécifique) : } \omega_S = \frac{\omega Q_v^{1/2}}{Y^{3/4}}$$

$$\text{De rayon (ou de rayon spécifique) : } R_S = \frac{RY^{1/4}}{Q_v^{1/2}}$$

$$\text{D'ouverture : } O_S = \frac{Q_v}{R^2 \sqrt{2Y}}$$

Similitude de deux turbomachines :

- Même coefficient de débit
- $\eta_g$  ne varie pas
- $Q_v$  varie comme  $\omega$  et  $R^3$
- $Y$  (ou  $gH_n$ ) varie comme  $\omega^2$  et  $R^2$
- $P$  varie comme  $\rho$ ,  $\omega^3$  et  $R^5$

### Cavitation :

Avant de se lancer dans un calcul, vérifier si la pompe est capable de pomper le fluide d'une certaine hauteur. On rappelle que 1 bar = 10 m

$$NPSH_{disponible} = \frac{p_A - p_v}{\rho \cdot g} - (z_B - z_A) - \frac{V_B^2}{2 \cdot g} \cdot \left( \frac{L}{D} \cdot \lambda + \xi_{tot} \right)$$

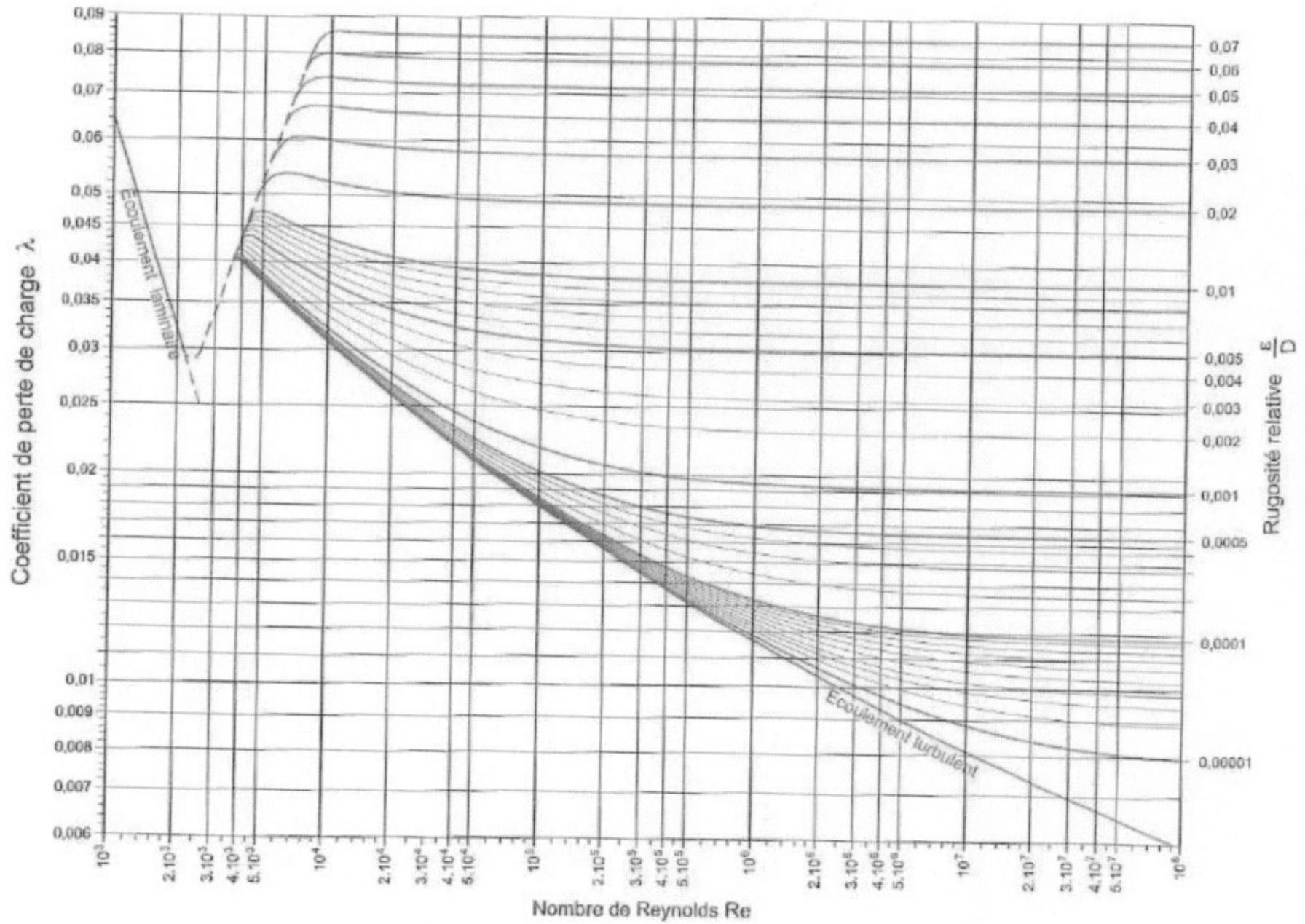
Avec  $p_v$  la pression de vapeur saturante

!/: Si on rajoute une pompe dans le réseau, il faut rajouter la hauteur utile  $H_u$  de la pompe à condition qu'elle soit capable de faire monter le fluide.

Il faut que  $NPSH_{disponible} > NPSH_{requis}$  sinon il y a cavitation dans la canalisation.

$$\text{Nombre de cavitation : } \sigma_v = \frac{p_r - p_v(T)}{\Delta p}$$

$$\text{Variantes : Paramètre de Thoma (pas de S) : } \sigma = \frac{NPSH_{requis}}{H_n}$$



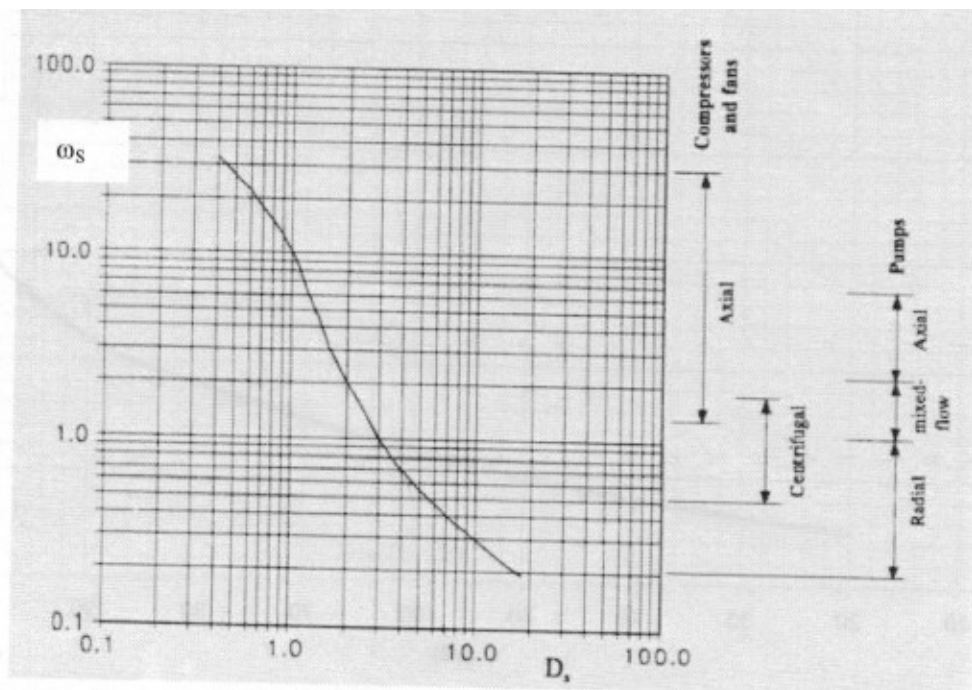


Diagramme de Cordier : vitesse angulaire spécifique  $\omega_s$  en fonction du diamètre spécifique  $D_s$ .