

Connaissances de base

Principes de base de l'hydrodynamique

L'hydrodynamique étudie et décrit les fluides en mouvement. L'étude des principes de conservation de la masse, de l'énergie et de l'impulsion y est au premier plan.

Les fluides en écoulement possèdent une énergie cinétique. Cette énergie peut être transformée en énergie potentielle (pression, hauteur) et vice versa.

Quelques thèmes comme: l'équation de Bernoulli, l'équation de continuité et la conservation de l'impulsion y sont abordés. Afin de faciliter la compréhension des phénomènes, on observe souvent des états stationnaires de fluides incompressibles.

Autres thématiques de l'hydrodynamique

- l'écoulement tubulaire (laminaire / turbulent)
- les méthodes de mesure du débit
- l'écoulement dans des canaux ouverts
- l'écoulement autour de corps
- les turbomachines
- l'écoulement des fluides compressibles

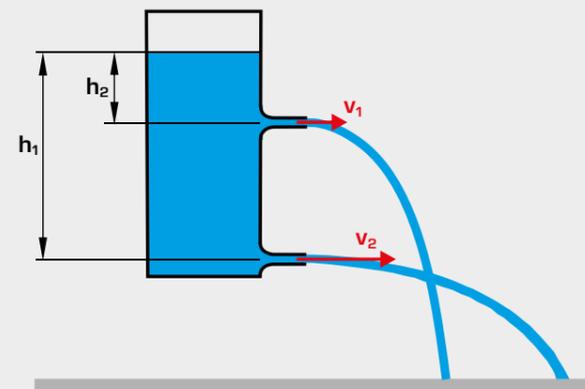
Vidange d'un réservoir

La vidange d'un réservoir peut être aussi bien stationnaire que non stationnaire. Dans le cas stationnaire, la hauteur de remplissage et donc la portée du jet restent constantes (par ex. en cas d'écoulement sous un déversoir). La vitesse de vidange v dépend uniquement de la hauteur de chute h et se calcule au moyen de la formule de Torricelli.

$$v = \sqrt{2gh}$$

v vitesse, g accélération de la pesanteur,
 h distance entre le point de vidange et la surface libre de l'eau

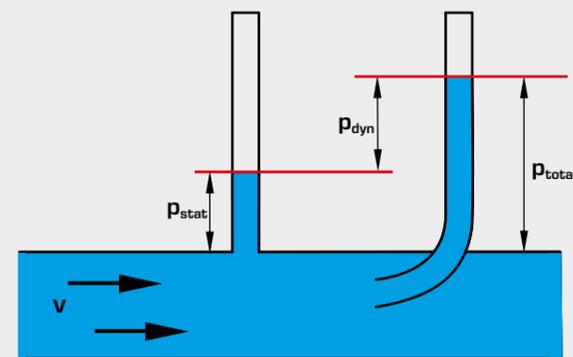
On parle d'état non stationnaire dès lors que le réservoir se vide durant le processus de vidange.



h hauteur de chute, distance entre le point de vidange et la surface libre de l'eau, v vitesse

Pression dans un fluide en écoulement

L'énergie d'un fluide en écoulement est déterminée à partir de la pression, la vitesse et la densité. La pression totale est constituée d'une composante statique et d'une composante dynamique. La composante dynamique augmente de manière quadratique avec l'augmentation de la vitesse d'écoulement. Un fluide en écoulement peut contenir de l'énergie potentielle, cinétique et de pression. Dans l'idéal, l'énergie totale reste constante. Les composantes peuvent varier, c'est-à-dire par exemple que de l'énergie de pression peut être transformée en énergie cinétique.

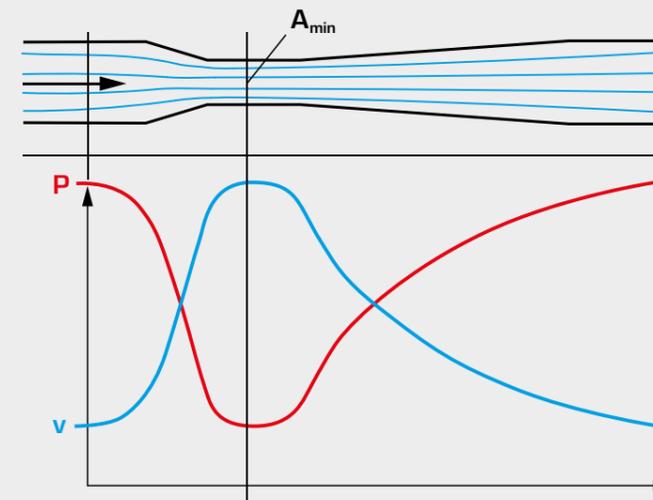


v velocity, p_{stat} static pressure, p_{dyn} dynamic pressure, p_{total} total pressure

Tube de Venturi

La vitesse du fluide est la plus élevée là où la section est la plus étroite (**équation de continuité** $A \cdot v = \text{const}$). Bernoulli a découvert qu'une partie de l'énergie de pression est transformée en énergie cinétique. Ainsi, lorsque la vitesse augmente, la pression baisse, et la pression la plus basse se forme dans la section la plus étroite. Selon l'**équation de Bernoulli**, on peut dire que l'énergie d'un fluide non compressible en écoulement non soumis à des frottements est constante.

Utilisation: pompe à jet d'eau, carburateur, mesure du débit

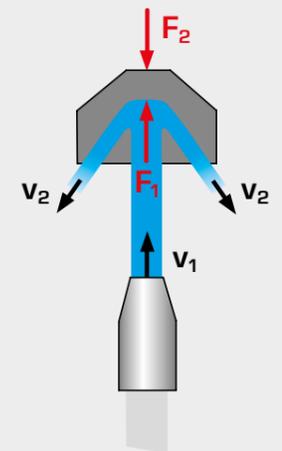


■ vitesse, ■ évolution de la pression statique

Forces de jet

La valeur ou la direction de l'impulsion d'un fluide change après une modification de la vitesse d'écoulement. Des forces apparaissent alors, elles peuvent par exemple entraîner une turbine à jet libre ou un bateau.

Ces forces peuvent être facilement démontrées et mesurées en projetant le jet sur un mur où il est dévié.



F_1 force de jet, F_2 force de réaction,
 v_1 vitesse de jet, v_2 vitesse après un changement de direction

Formation de tourbillons

Des tourbillons se forment lorsqu'au sein d'un fluide, une partie de ce fluide s'écoule plus rapidement que le reste du fluide. Un gradient de vitesse est alors présent dans le fluide. De l'énergie est dissipée dans les tourbillons.

Des tourbillons libres (vortex potentiel, par ex. remous) se forment par exemple au moment de la vidange d'un réservoir. Dans les tourbillons libres, toutes les particules de fluide se déplacent sur des cercles concentriques sans tourner autour de leur propre axe. Les tourbillons libres se forment uniquement à partir de forces hydrodynamiques.

Les tourbillons forcés sont rotationnels et se forment à partir de forces externes, par exemple celles d'un agitateur.

