Delabie Seme 2023

Nicolas BEUVIN Ivan HASENOHR Chabane MEZIANE
Étienne PEILLON

21 avril 2023

Plan

Présentation du problème

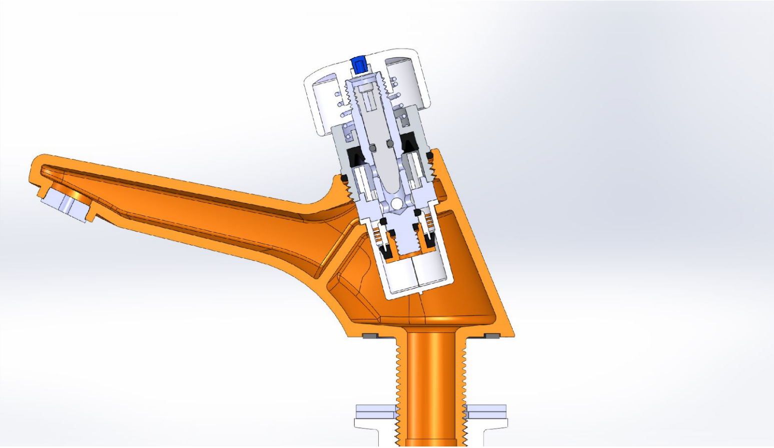


Figure – Coupe de robinet

Nicolas BEUVIN, Ivan HASENOHR, Chabane MEZIANE, Étienne PEILLON

Plan

Modélisation

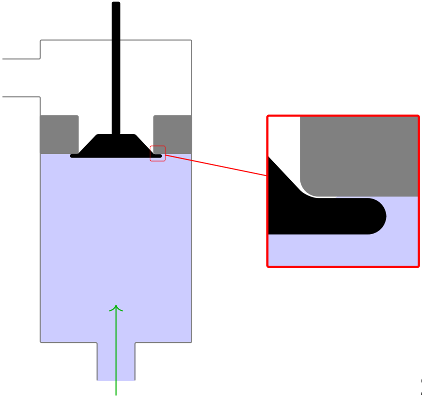
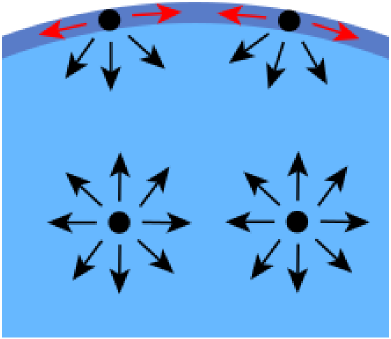


Schéma de principe

Plan

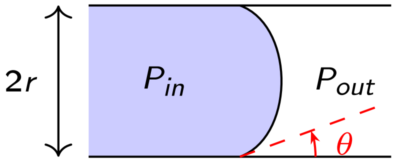
Tension superficielle



Interactions des molécules

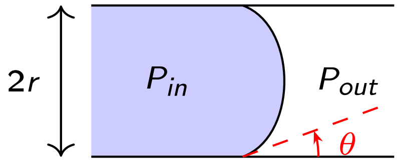
Loi de Laplace

Cas d'une fuite dans un capilaire



Loi de Laplace

Cas d'une fuite dans un capilaire



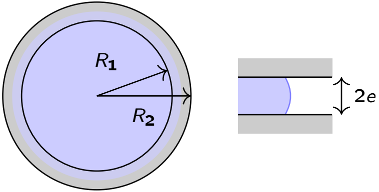
$$\Delta P = \frac{2\gamma \cos\theta}{r},$$

où :

- $\Delta P = P_{\text{in}} - P_{\text{out}}$, avec P_{in} *la pression du liquide*, P_{out} *la pression du gaz*
- γ est la valeur de la *tension superficielle* du liquide
- θ est l'*angle de contact* antre l'interface et le bord
- r est le *rayon du capilaire*.

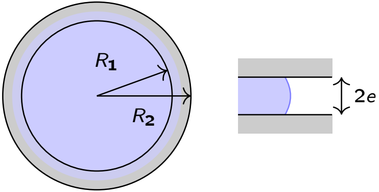
Loi de Laplace

Cas d'une fuite circulaire



Loi de Laplace

Cas d'une fuite circulaire



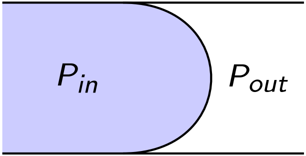
$$\Delta P = \frac{\gamma \cos\theta}{e},$$

où :

- $\Delta P = P_{\text{in}} - P_{\text{out}}$, avec P_{in} *la pression du liquide*, P_{out} *la pression du gaz*
- γ est la valeur de la *tension superficielle* du liquide
- θ est l'*angle de contact* antre l'interface et le bord
- e est la *largeur* de la fuite.

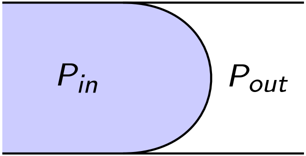
Rayon seuil

Cas du capilaire



Rayon seuil

Cas du capilaire

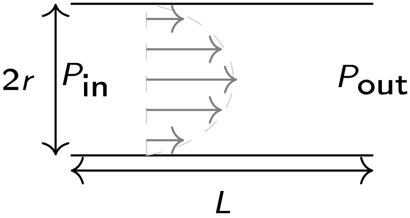


L'angle de contact de limite est $\theta = 0°$.
Dans ce cas, le rayon limite est

$$\boxed{r_{seuil} = \frac{2\gamma}{\Delta P}}$$

Plan

Écoulement de Poiseuille



Écoulement de Poiseuille dans un capillaire de rayon r et de longueur L d'un fluide de *viscosité dynamique* μ :

$$\Delta P = P_{\mathrm{in}} - P_{\mathrm{out}} = \frac{8\,\mu\,L}{\pi\,r^4} D_V .$$

Rayons des fuites

Dans le cas du capillaire, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P = r^4 \frac{\Delta P \rho_{\text{in}} \Delta t}{L\, V} \frac{\pi R_p T}{8 M_{\text{air}}}}$$

Rayons des fuites

Dans le cas du capillaire, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P = r^4 \frac{\Delta P \rho_{\text{in}} \Delta t}{L\, V} \frac{\pi R_p T}{8 M_{\text{air}}}}$$

Dans le cas de fuites circulaires sur le joint, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P = e^3 \frac{\Delta P\, \Delta t\, (R_1 + R_2)}{V(R_2 - R_1)} \cdot \frac{\pi \rho_{\text{in}} R_p T}{4 \mu M_{\text{air}}}}$$

Rayons des fuites

Dans le cas du capillaire, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P = r^4 \frac{\Delta P \rho_{\text{in}} \Delta t}{L\, V} \frac{\pi R_p T}{8 M_{\text{air}}}}$$

Dans le cas de fuites circulaires sur le joint, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P = e^3 \frac{\Delta P\, \Delta t\, (R_1 + R_2)}{V(R_2 - R_1)} \cdot \frac{\pi \rho_{\text{in}} R_p T}{4 \mu M_{\text{air}}}}$$

Typiquement, pour des valeurs de $\delta P = 30\,\text{Pa}$, $L \simeq 0.5\,\text{mm}$ et $V \simeq 50\,\text{cm}^3$, on obtient :

$$r = 63\,\mu\text{m}.$$

Nicolas BEUVIN, Ivan HASENOHR, Chabane MEZIANE, Étienne PEILLON

Plan

Seuil de la baisse de pression

Pour le cas du capillaire, on obtient la formule suivante :

$$\boxed{\delta P_{\text{seuil}} = \frac{\rho_{\text{in}} \Delta t}{\Delta P^3 \, L \, V} \frac{2\pi \, \gamma^4 \, R_p \, T}{\mu \, M_{\text{air}}}}$$

Seuil de la baisse de pression

Pour le cas du capillaire, on obtient la formule suivante :

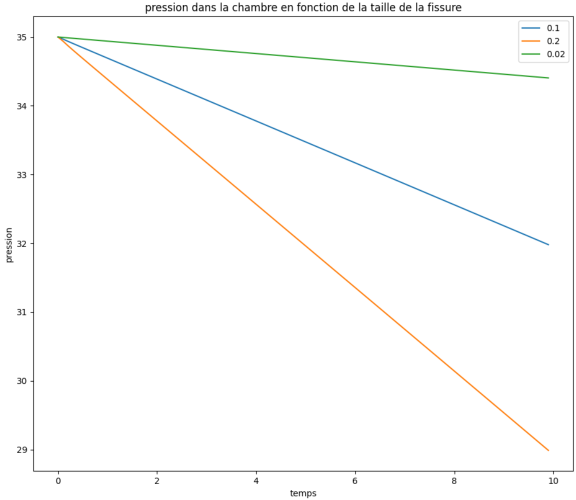
$$\boxed{\delta P_{\text{seuil}} = \frac{\rho_{\text{in}} \Delta t}{\Delta P^3 \, L \, V} \frac{2\pi \, \gamma^4 \, R_p \, T}{\mu \, M_{\text{air}}}}$$

Dans le cas de fuites circulaires sur le joint, on obtient la formule :

$$\boxed{\delta P_{\text{seuil}} = \frac{\rho_{\text{in}} \Delta t \, (R_1 + R_2)}{\Delta P^2 \, V \, (R_2 - R_1)} \frac{\pi \, \gamma^3 \, R_p \, T}{4\mu \, M_{\text{air}}}}$$

Plan

Simulations numériques air-air



Plan

Conclusion

Perspectives :

- numériques :

Conclusion

Perspectives :

- numériques :
  - extension du modèle numérique actuel, afin de pouvoir prendre en compte des fentes de l'ordre du µm, et résoudre numériquement le problème complet

Nicolas BEUVIN, Ivan HASENOHR, Chabane MEZIANE, Étienne PEILLON

Conclusion

Perspectives :

- numériques :
  - extension du modèle numérique actuel, afin de pouvoir prendre en compte des fentes de l'ordre du µm, et résoudre numériquement le problème complet
  - extension à des chambres de configurations variées, avec un nombre de fuites potentielles plus élevé

Conclusion

Perspectives :

- numériques :
  - extension du modèle numérique actuel, afin de pouvoir prendre en compte des fentes de l'ordre du µm, et résoudre numériquement le problème complet
  - extension à des chambres de configurations variées, avec un nombre de fuites potentielles plus élevé
- théoriques :

Nicolas BEUVIN, Ivan HASENOHR, Chabane MEZIANE, Étienne PEILLON

Conclusion

Perspectives :

- numériques :
  - extension du modèle numérique actuel, afin de pouvoir prendre en compte des fentes de l'ordre du µm, et résoudre numériquement le problème complet
  - extension à des chambres de configurations variées, avec un nombre de fuites potentielles plus élevé
- théoriques :
  - prise en compte plus fine des phénomènes physiques : équation de Van Der Waals, loi de Hertz-Knudsen...

Conclusion

Perspectives :

- numériques :
  - extension du modèle numérique actuel, afin de pouvoir prendre en compte des fentes de l'ordre du µm, et résoudre numériquement le problème complet
  - extension à des chambres de configurations variées, avec un nombre de fuites potentielles plus élevé
- théoriques :
  - prise en compte plus fine des phénomènes physiques : équation de Van Der Waals, loi de Hertz-Knudsen...
  - prise en compte de l'évaporation dans le cas de l'eau chaude