

Films de savon

Lou SCHETTER - Maïalenn MOBIAN

4 décembre 2024

Théorie - Drainage d'un film de savon

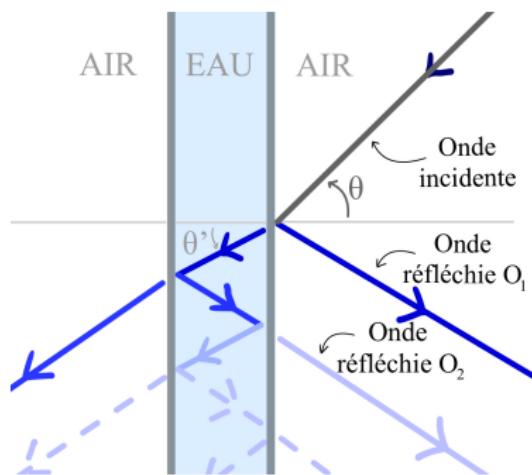


Figure : Schéma du comportement de l'onde aux interfaces

Théorie - Drainage d'un film de savon

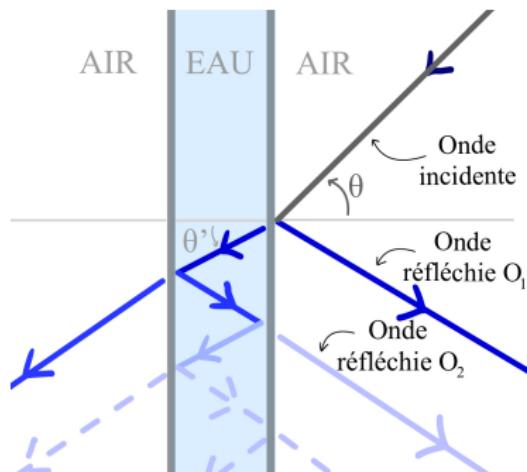


Figure : Schéma du comportement de l'onde aux interfaces

Différence de marche :

$$\delta_M = 2n_e e(h, t) \cos \theta$$

$$\delta_M = (k + \frac{1}{2})\lambda \rightarrow \text{interférences constructives}$$

$$\delta_M = k\lambda \rightarrow \text{interférences destructives}$$

Théorie - Drainage d'un film de savon

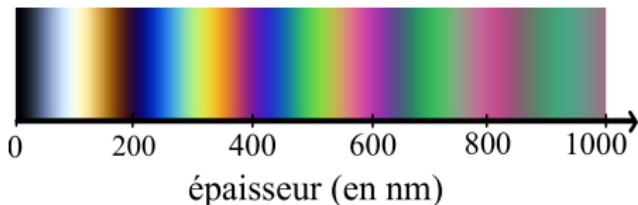
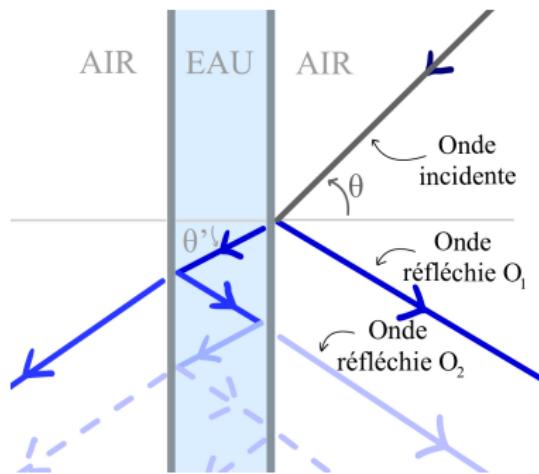


Figure : Couleur perçue en fonction de l'épaisseur

Figure : Schéma du comportement de l'onde aux interfaces

Différence de marche :

$$\delta_M = 2n_e e(h, t) \cos \theta$$

$$\delta_M = (k + \frac{1}{2})\lambda \rightarrow \text{interférences constructives}$$

$$\delta_M = k\lambda \rightarrow \text{interférences destructives}$$

Théorie - Drainage d'un film de savon

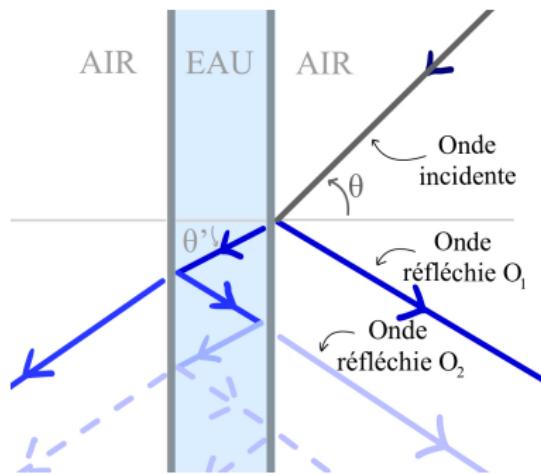


Figure : Schéma du comportement de l'onde aux interfaces

Différence de marche :

$$\delta_M = 2n_e e(h, t) \cos \theta$$

$$\delta_M = (k + \frac{1}{2})\lambda \rightarrow \text{interférences constructives}$$

$$\delta_M = k\lambda \rightarrow \text{interférences destructives}$$

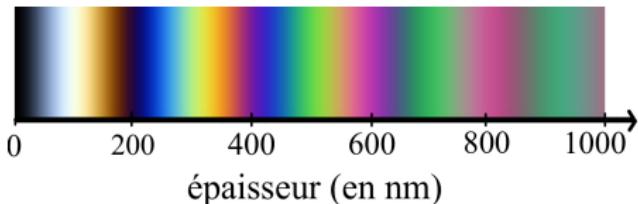


Figure : Couleur perçue en fonction de l'épaisseur

A l'équilibre, on a :

$$e(h) = e_0 \exp \left(\frac{-\rho g e_0 h}{2(\sigma - \sigma_0)} \right)$$

Théorie - Insertion d'une bulle de moindre épaisseur

Forces qui s'exercent sur la bulle :

→ Poids : $\vec{P} = m \vec{g}$

→ Archimète : $\vec{\Pi} = -\rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g}$

→ Force de frottement : $\vec{F}_R = -\alpha r_{\text{bulle}} \vec{v}$ ou $\vec{F}_R = -\beta r_{\text{bulle}} v^2 \vec{u}_v$

Théorie - Insertion d'une bulle de moindre épaisseur

Forces qui s'exercent sur la bulle :

→ Poids : $\vec{P} = m \vec{g}$

→ Archimète : $\vec{\Pi} = -\rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g}$

→ Force de frottement : $\vec{F}_R = -\alpha r_{\text{bulle}} \vec{v}$ ou $\vec{F}_R = -\beta r_{\text{bulle}} v^2 \vec{u}_v$

D'après le PFD : $m \vec{a} = m \vec{g} - \rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g} + \vec{F}_R$

Théorie - Insertion d'une bulle de moindre épaisseur

Forces qui s'exercent sur la bulle :

$$\rightarrow \text{Poids : } \vec{P} = m \vec{g}$$

$$\rightarrow \text{Archimète : } \vec{\Pi} = -\rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g}$$

$$\rightarrow \text{Force de frottement : } \vec{F}_R = -\alpha r_{\text{bulle}} \vec{v} \text{ ou } \vec{F}_R = -\beta r_{\text{bulle}} v^2 \vec{u}_v$$

D'après le PFD : $m \vec{a} = m \vec{g} - \rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g} + \vec{F}_R$

À l'équilibre : $\boxed{\vec{F}_R = \rho \pi r_{\text{bulle}}^2 e(h, t) \vec{g} - m \vec{g}}$

Méthode et schéma des expériences

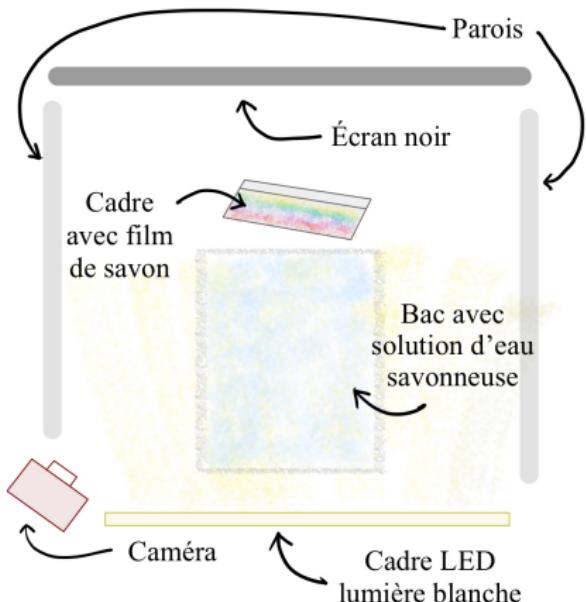
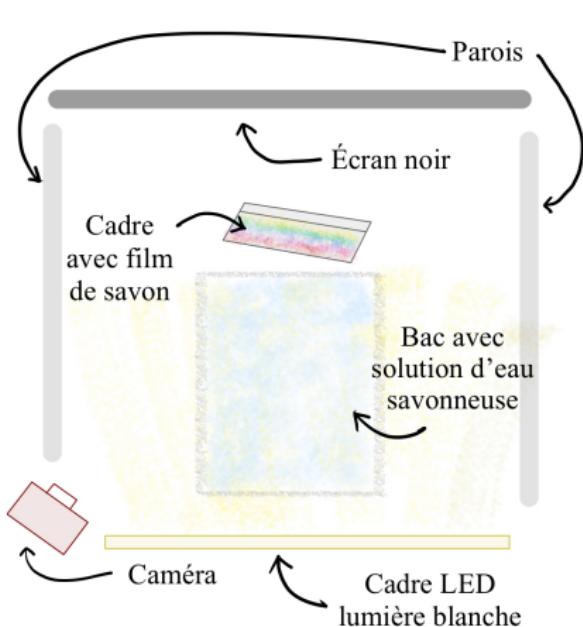


Figure : Schéma du montage, vu du dessus

Méthode et schéma des expériences



Drainage :

- ⇒ Paramètres : pas de variation.
- ⇒ Mesures : positions des raies colorées.

Figure : Schéma du montage, vu du dessus

Méthode et schéma des expériences

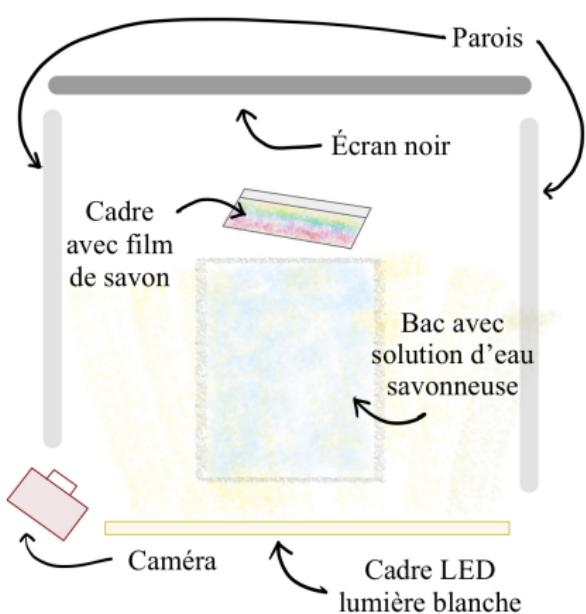


Figure : Schéma du montage, vu du dessus

Drainage :

- ⇒ Paramètres : pas de variation.
- ⇒ Mesures : positions des raies colorées.

Bulle de moindre épaisseur :

- ⇒ Paramètres, variations de :
 - ⇒ diamètre du fil,
 - ⇒ diamètre de la bulle,
 - ⇒ profil d'épaisseur lors de la chute
- ⇒ Mesures : positions de la bulle.

Résultats et analyse - Drainage

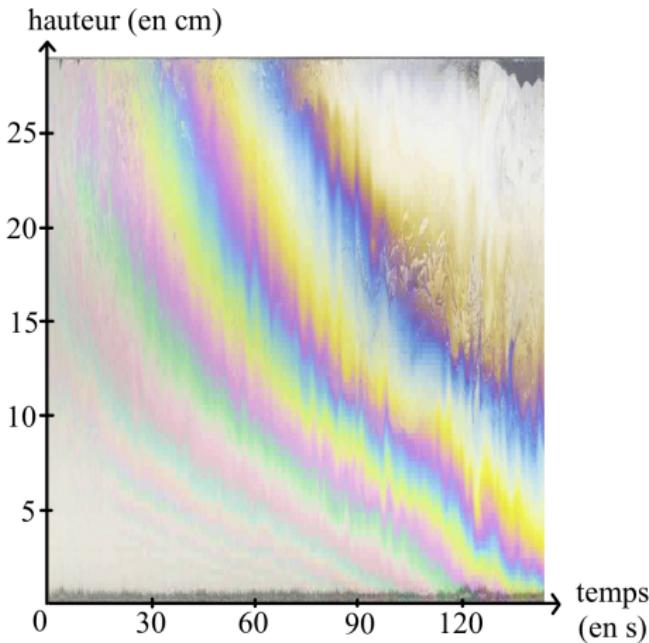
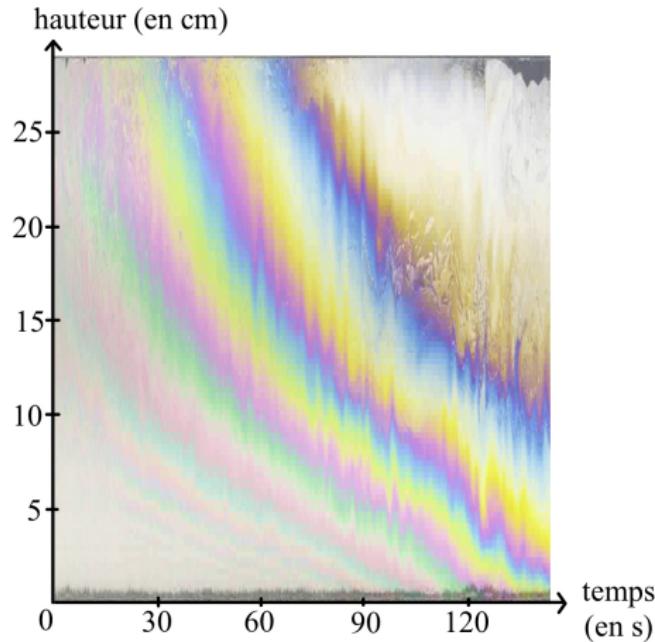


Figure: Kymographe pour un drainage

Résultats et analyse - Drainage

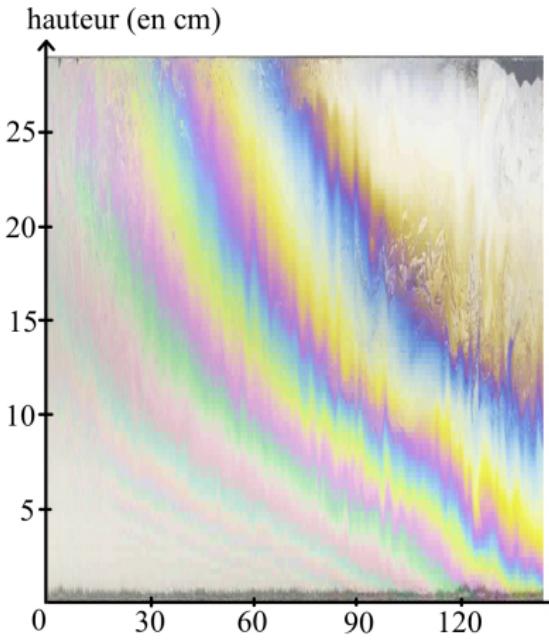


A l'équilibre, on sait que :

$$e(h) = e_0 \exp\left(\frac{-\rho g e_0 h}{2(\sigma - \sigma_0)}\right)$$

Figure: Kymographe pour un drainage

Résultats et analyse - Drainage



A l'équilibre, on sait que :

$$e(h) = e_0 \exp\left(\frac{-\rho g e_0 h}{2(\sigma - \sigma_0)}\right)$$

On suppose, pour tout t , que :

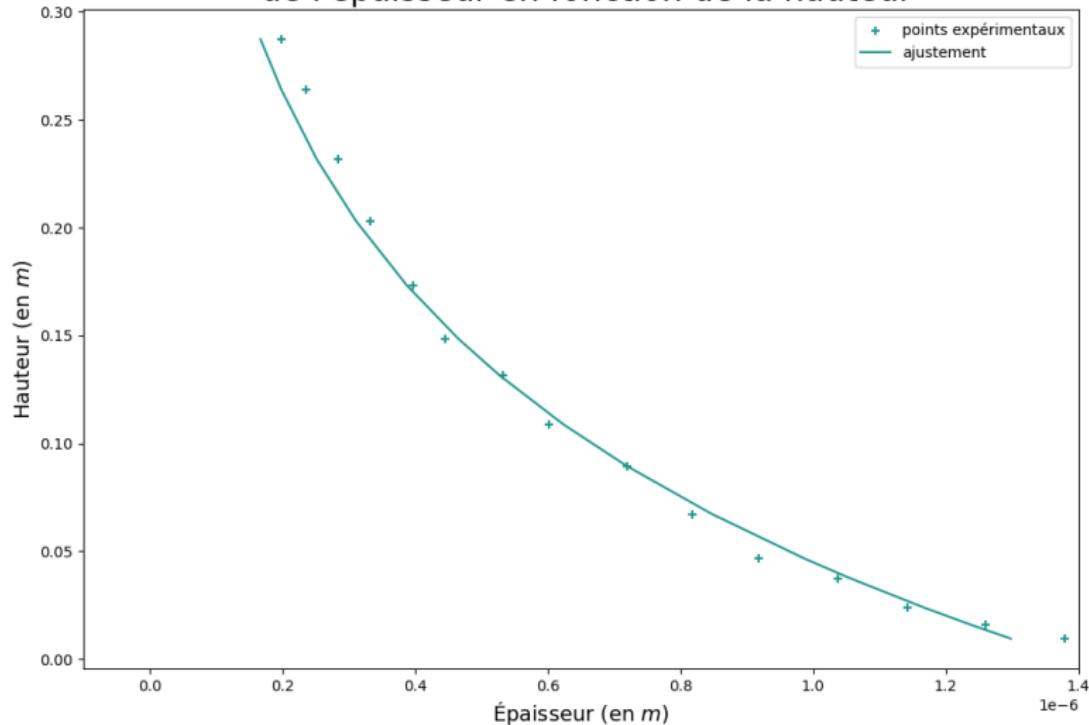
$$e(h,t) = e_0(t) \exp\left(-\frac{h}{h_c(t)}\right)$$

$e_0(t)$ épaisseur en bas du cadre
 $h_c(t)$ hauteur caractéristique

Figure: Kymographe pour un drainage

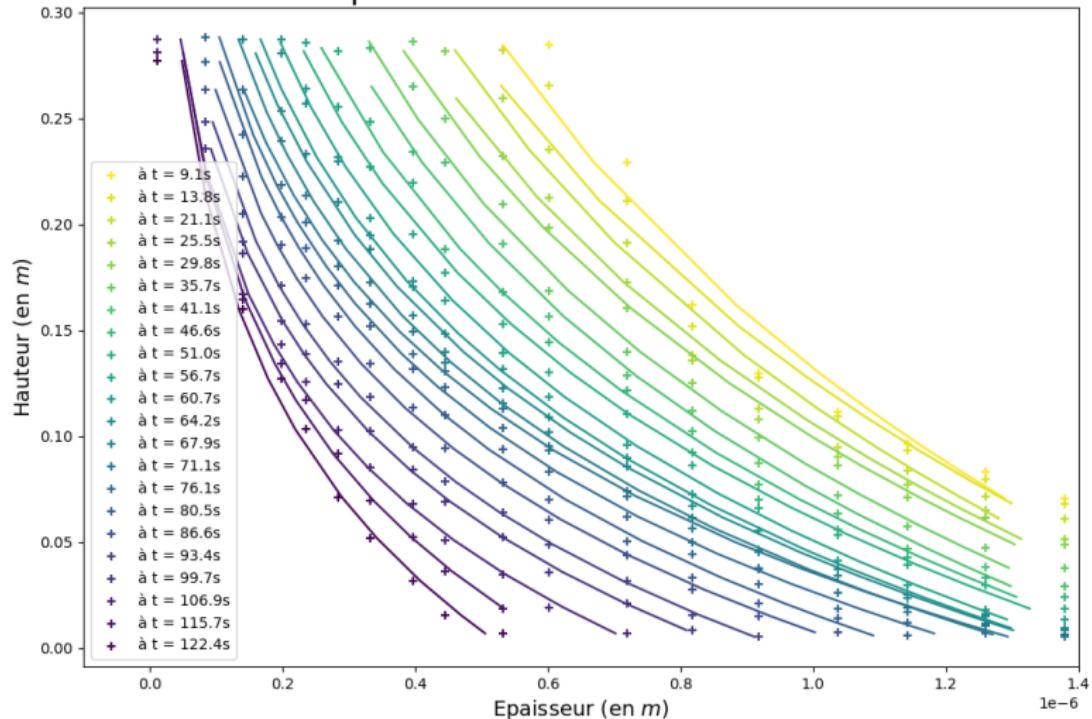
Résultats et analyse - Drainage

Résultats expérimentaux et ajustements
de l'épaisseur en fonction de la hauteur



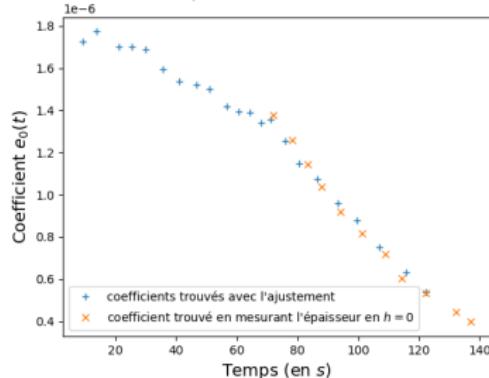
Résultats et analyse - Drainage

Résultats expérimentaux et ajustements de l'épaisseur en fonction de la hauteur

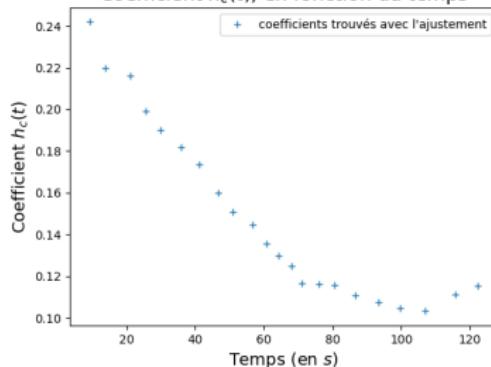


Résultats et analyse - Drainage

Coefficient $e_0(t)$, l'épaisseur en $h = 0$, en fonction du temps

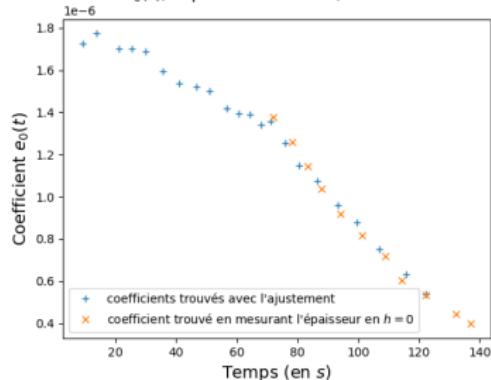


Coefficient $h_c(t)$, en fonction du temps

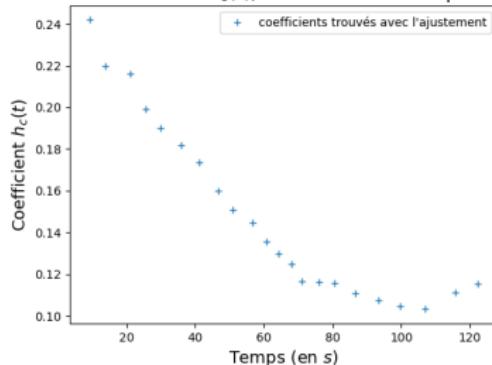


Résultats et analyse - Drainage

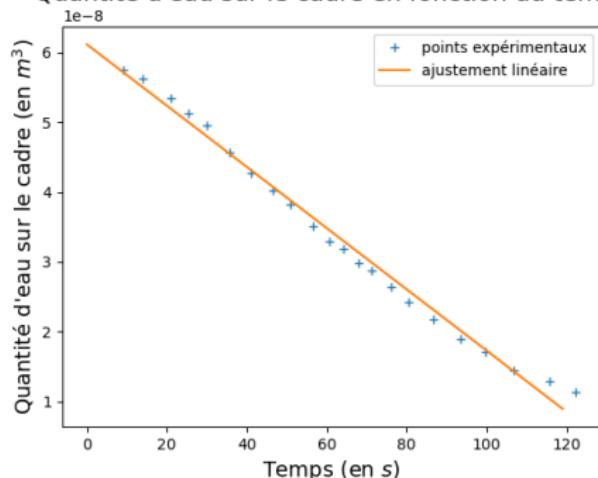
Coefficient $e_0(t)$, l'épaisseur en $h = 0$, en fonction du temps



Coefficient $h_c(t)$, en fonction du temps

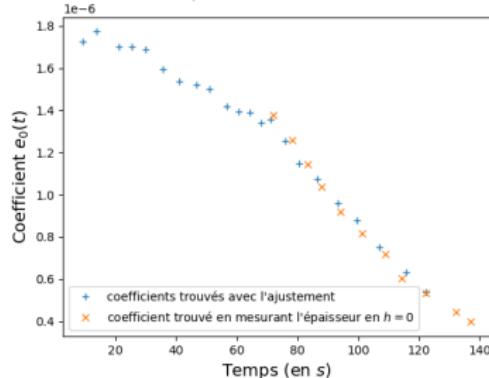


Quantité d'eau sur le cadre en fonction du temps

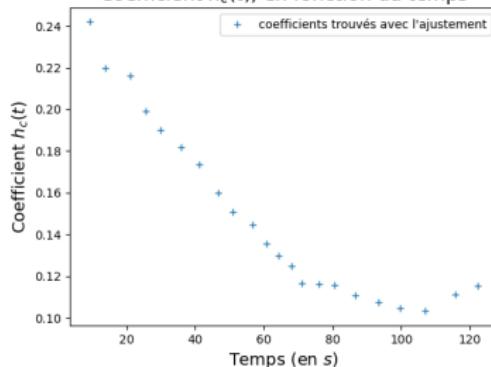


Résultats et analyse - Drainage

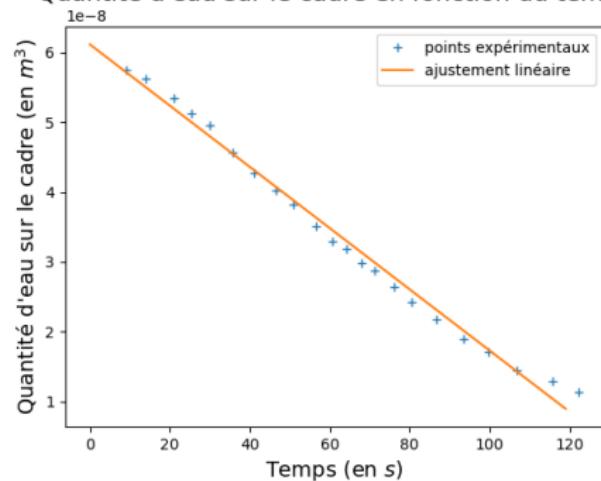
Coefficient $e_0(t)$, l'épaisseur en $h = 0$, en fonction du temps



Coefficient $h_c(t)$, en fonction du temps



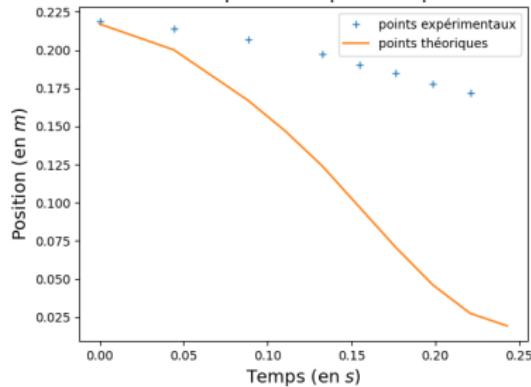
Quantité d'eau sur le cadre en fonction du temps



Quantité d'eau initiale : $0,061mL$
Débit d'eau perdue : $4,4 \times 10^{-4} mL.s^{-1}$

Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

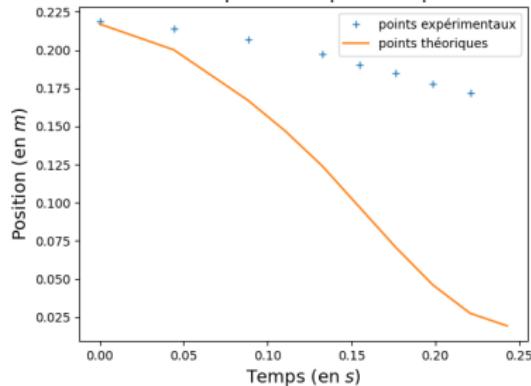
Comparaison de la courbe théorique sans force liée
frottements visqueux aux points expérimentaux



Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

→ Frottements non négligeables

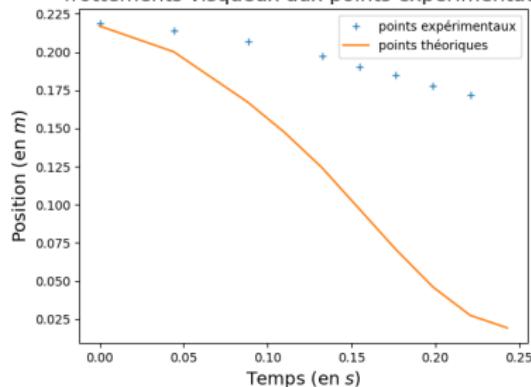
Comparaison de la courbe théorique sans force liée
frottements visqueux aux points expérimentaux



Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

→ Frottements non négligeables

Comparaison de la courbe théorique sans force liée
frottements visqueux aux points expérimentaux



On suppose donc :

$$\vec{F}_R = -\alpha' r_{\text{bulle}} \vec{v}$$

$$\Rightarrow v_{\text{lim}} = \frac{\rho_{\text{sol}} \pi e(h, t) g}{\alpha} r_{\text{bulle}} - \frac{\pi^2 d_{\text{fil}}^2 \rho_{\text{fil}} g}{2\alpha}$$

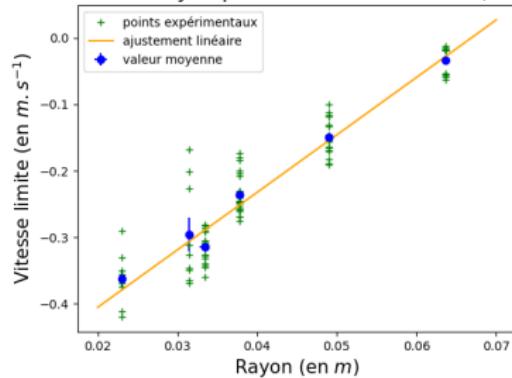
OU

$$\vec{F}_R = -\beta' r_{\text{bulle}} v^2 \vec{u}_v$$

$$\Rightarrow v_{\text{lim}}^2 = \frac{\pi \rho_{\text{fil}} d_{\text{fil}} g}{2\rho_{\text{sol}} e(h, t) \beta} - \frac{g \pi \rho_{\text{sol}} e(h, t)}{\beta} r_{\text{bulle}}$$

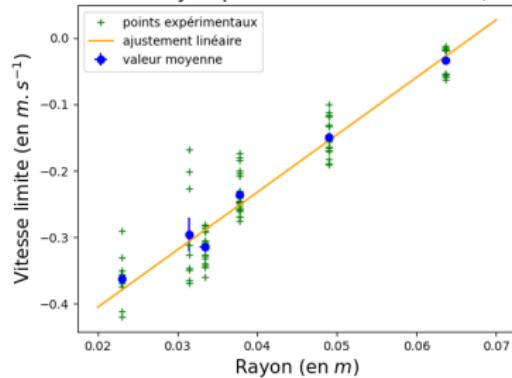
Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

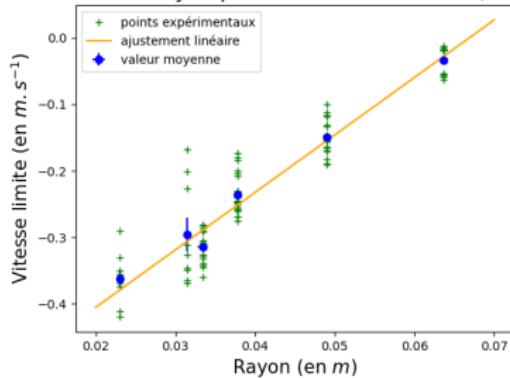
Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



Résultat de l'ajustement : $v_{lim} = ar_{bulle} + b$

Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



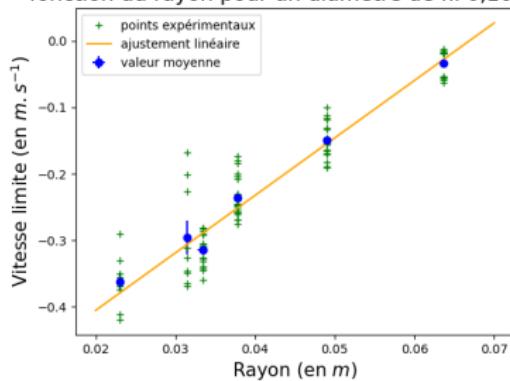
Résultat de l'ajustement : $v_{lim} = ar_{bulle} + b$

$$\alpha_1 = \frac{\pi e(h, t)\rho_{sol}g}{a} \Rightarrow \alpha_1 = (9,46 \pm 0,25) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

$$\alpha_2 = -\frac{\pi^2 d_{fil}^2 \rho_{fil} g}{2b} \Rightarrow \alpha_2 = (0,0036 \pm 0,0015) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm

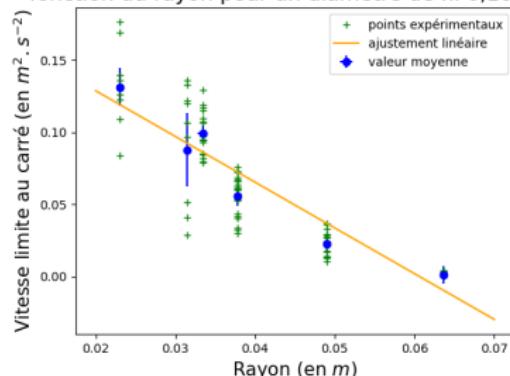


Résultat de l'ajustement : $v_{lim} = ar_{bulle} + b$

$$\alpha_1 = \frac{\pi e(h, t)\rho_{sol}g}{a} \Rightarrow \alpha_1 = (9,46 \pm 0,25) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

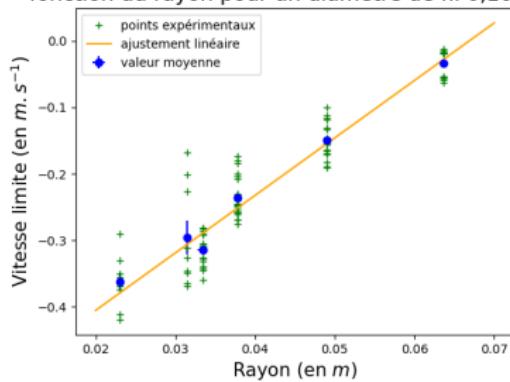
$$\alpha_2 = -\frac{\pi^2 d_{fil}^2 \rho_{fil} g}{2b} \Rightarrow \alpha_2 = (0,0036 \pm 0,0015) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

Ajustement linéaire de la vitesse au carré en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm

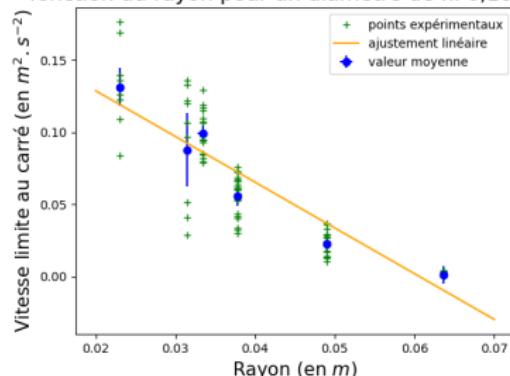


Résultat de l'ajustement : $v_{lim} = ar_{bulle} + b$

$$\alpha_1 = \frac{\pi e(h, t)\rho_{sol}g}{a} \Rightarrow \alpha_1 = (9,46 \pm 0,25) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

$$\alpha_2 = -\frac{\pi^2 d_{fil}^2 \rho_{fil} g}{2b} \Rightarrow \alpha_2 = (0,0036 \pm 0,0015) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

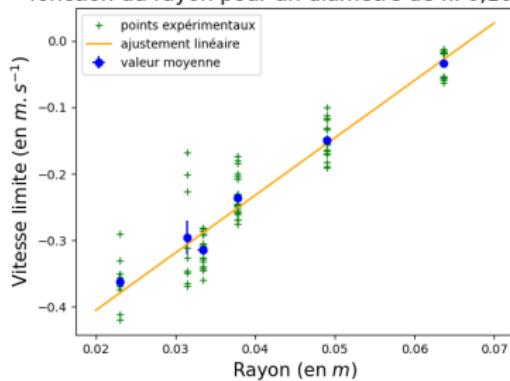
Ajustement linéaire de la vitesse au carré en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



Résultat de l'ajustement : $v_{lim}^2 = ar_{bulle} + b$

Résultats et analyse - Bulle de moindre épaisseur

Ajustement linéaire de la vitesse en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm

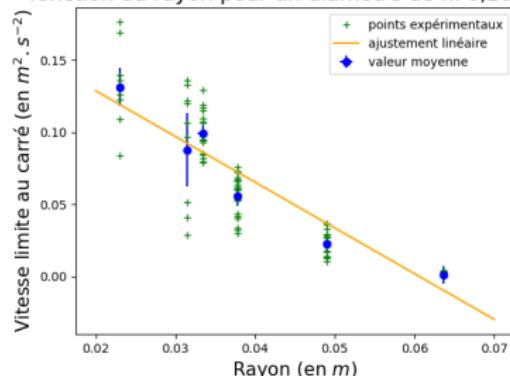


Résultat de l'ajustement : $v_{lim} = ar_{bulle} + b$

$$\alpha_1 = \frac{\pi e(h, t) \rho_{sol} g}{a} \Rightarrow \alpha_1 = (9,46 \pm 0,25) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

$$\alpha_2 = -\frac{\pi^2 d_{fil}^2 \rho_{fil} g}{2b} \Rightarrow \alpha_2 = (0,0036 \pm 0,0015) kg.m^{-1}.s^{-2}$$

Ajustement linéaire de la vitesse au carré en fonction du rayon pour un diamètre de fil 0,10 mm



Résultat de l'ajustement : $v_{lim}^2 = ar_{bulle} + b$

$$\beta_1 = \frac{g \pi \rho_{sol} e(h, t)}{a} \Rightarrow \beta'_2 = (9,26 \pm 0,51) g.m^{-2}$$

$$\beta_2 = -\frac{\pi \rho_{fil} d_{fil} g}{2 \rho_{sol} e(h, t) b} \Rightarrow \beta_2 = (11,0 \pm 4,5) g.m^{-2}$$

Conclusion et discussions

Films de savon : modèle simplifié pour étudier les fluides à deux dimensions.

Conclusion et discussions

Films de savon : modèle simplifié pour étudier les fluides à deux dimensions.

Axes de recherche possible :

- modifier la composition de la solution
- explorer des fils de différents diamètres
 - utiliser des cadres différents