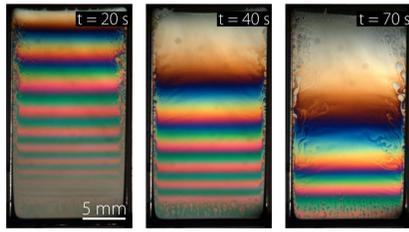
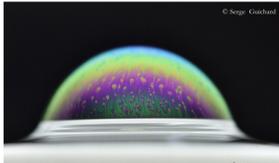


Centrifugation de films de savon

Résumé : La durée de vie des mousses est cruciale à prédire dans diverses applications. Cette durée est liée à la dynamique d'amincissement des films de savon, appelée drainage, qui compose la mousse. Ce phénomène étant déjà étudié à gravité terrestre, on centrifuge des films de savon afin d'induire une gravité plus importante. Ces films sont étudiés avec deux surfactants : le MAC et le SDS. Pour le MAC, où les interfaces sont rigides, on montre avec une comparaison théorique son écoulement de Poiseuille. Pour le SDS, on montre l'invariance d'une épaisseur caractéristique de son interface mobile sur une plage importante de gravité. Ce travail est mis en perspective avec une étude sur le temps de vie des films.

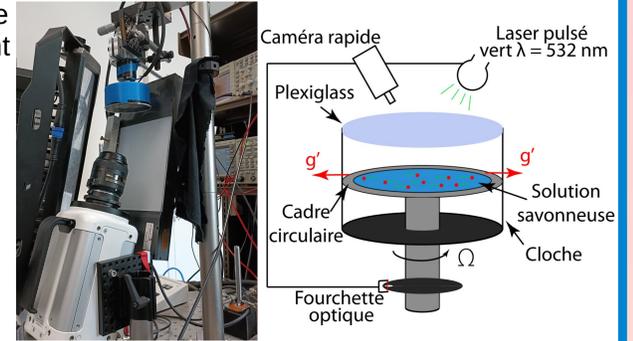
Comment tient une mousse ?

- Une mousse est composée de films, dont le temps de vie dépend de leur évaporation et de leur drainage, qui est l'écoulement amincissant le film sous l'effet de la gravité. Ces films sont constitués d'eau et de surfactants qui abaissent la tension de surface, stabilisant les films. Les surfactants induisent une interface film/air rigide ou mobile modifiant la dynamique de drainage [1].
- Pour une interface rigide, la frontière film/air se comporte comme une paroi fixe avec une vitesse nulle à l'interface entraînant un écoulement de Poiseuille. Pour une interface mobile, on observe l'apparition de parties plus fines appelées « patches », remontant par flottabilité jusqu'au sommet pour les bulles [2] et en bas et sur les côtés pour les films verticaux [3].
- Ces études étant réalisées à la gravité terrestre, on étudie ici le drainage pour des gravités plus élevées.

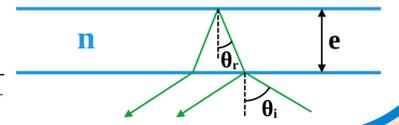


Un montage rotatif original

- On réalise des expériences en centrifugeant des films de savon, induisant un drainage important (jusqu'à 100 g), variable par la vitesse de rotation Ω
- L'observation est réalisée avec une caméra prenant 1 image par tour synchronisée au flash d'un laser via une fourchette optique.
- L'étude est menée avec 2 surfactants : le MAC (interface rigide) et le SDS (interface mobile).

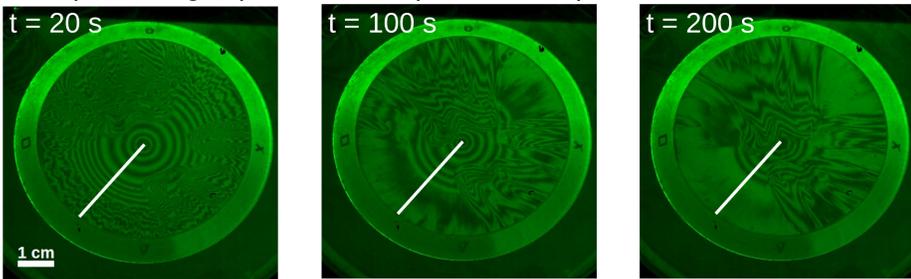


- Le laser permet de mesurer l'épaisseur $e(r)$ du film par interférométrie.
 - Pour les franges claires : $e_m = \frac{(2m+1)\lambda}{4n\cos\theta_r}$
 - Pour les franges sombres : $e_q = \frac{q\lambda}{2n\cos\theta_r}$

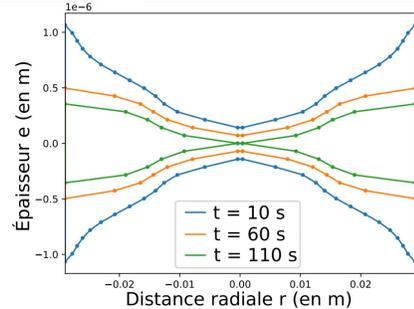


Drainage d'une interface rigide (MAC)

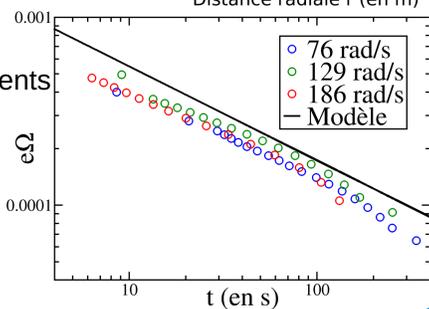
- Série d'observations entre $\Omega = 59$ rad/s et $\Omega = 187$ rad/s.
- Exemple d'images prises à 3 temps différents pour $\Omega = 76$ rad/s :



- Apparition de franges concentriques caractérisant l'épaisseur du film. Diagrammes spatio-temporels avec ImageJ, analysés avec un code Python original pour déterminer les profils d'épaisseur du film, pour $\Omega = 187$ rad/s à 3 temps différents.

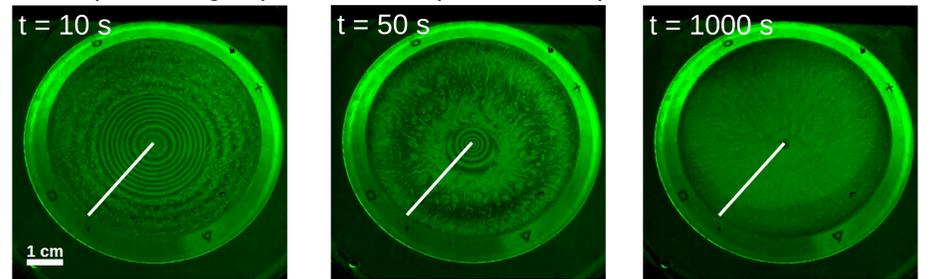


- Les profils rééchelonnés $\Omega e(t)$, réalisés en $r = 2,8$ cm pour 3 différents Ω , correspondent à l'expression théorique pour les temps longs $\Omega e(t) \propto \sqrt{\frac{3\eta}{\rho t}}$, trouvée à partir des équations de Navier-Stokes pour un écoulement de Poiseuille.

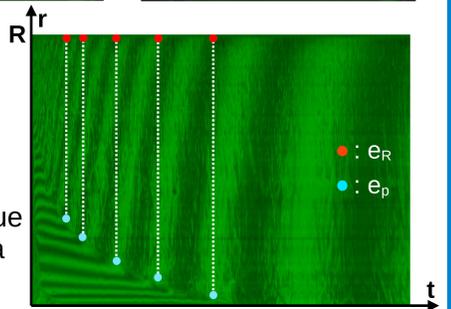


Drainage d'une interface mobile (SDS)

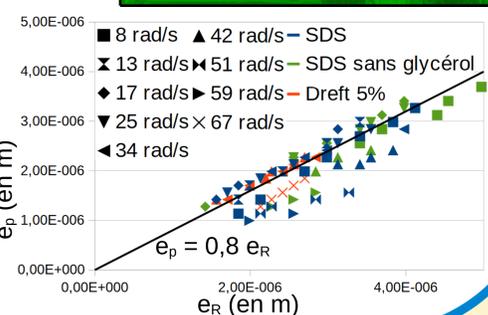
- Série d'observations entre $\Omega = 8$ rad/s et $\Omega = 97$ rad/s.
- Exemple d'images prises à 3 temps différents pour $\Omega = 25$ rad/s :



- Diagrammes spatio-temporels avec ImageJ peu exploitables avec le code. On observe une limite des patches qui progresse dans le temps et on réalise des mesures d'épaisseur locales en cette limite e_p et au bord du cadre e_R , pour plusieurs t, Ω, η . En supposant que les patches remontent instantanément à leur épaisseur d'équilibre, on compare simultanément e_p et e_R .

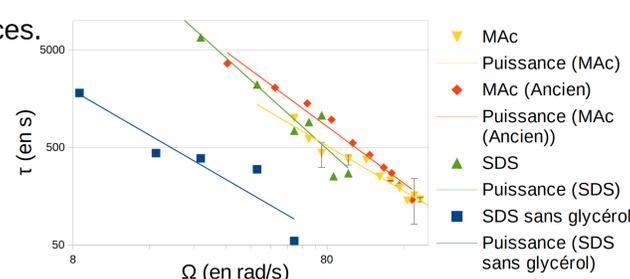


- Les données s'alignent sur une droite de pente 0,8. On a une mesure indirecte de l'épaisseur des patches proche de la littérature [3], réalisée ici pour une grande gamme de gravité effective (entre 0,2 g et 15 g).



Conclusion et perspectives sur le temps de vie

- Observation du drainage pour deux types d'interfaces.
- Vérification de l'écoulement de Poiseuille du MAC.
- Invariance de l'épaisseur des patches sur une importante plage de gravité effective, mesurée de manière inédite.



- Pour le MAC, poursuivre la comparaison théorique avec la dépendance radiale.
- Pour le SDS, obtenir les profils d'épaisseur et proposer un modèle pour le drainage.
- Vers un lien entre temps de vie τ et dynamique de drainage ? Les premières mesures montrent une dépendance en Ω qui reste à approfondir.

[1] : Mysels, K., 1959, Soap Films : Studies of Their Thinning and a Bibliography, Pergamon Press

[2] : Miguët, J., M. Pasquet, F. Rouyer, Y. Fang, and E. Rio, 2021, Marginal regeneration-induced drainage of surface bubbles, Physical Review Fluids 6(10), L101601

[3] : Nierstrasz, V. A., and G. Frens, 1998, Marginal Regeneration in Thin Vertical Liquid Films, Journal of Colloid and Interface Science 207(2), 209, ISSN 0021-9797