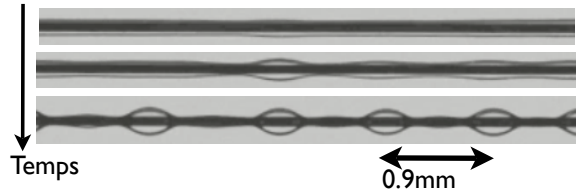


# Ecoulements multiphasiques

TD3: Dynamique des interfaces/instabilité

UMPC. NSF I 6. 2009-2010

Jérôme Hoepffner & Arnaud Antkowiak



**Ex1:** Instabilité d'un film sur une fibre.

On dépose un mince film visqueux sur une fibre de rayon  $b$ , et on observe l'instabilité ci dessus. Un calcul similaire à celui de Rayleigh-Plateau donne la dynamique de l'amplitude des modes de Fourier de la déformation de l'interface:

$$\dot{e} = e \frac{\gamma e_0^3}{3\mu b^2} \alpha^2 (1 - \alpha^2 b^2)$$

La distance entre les gouttes dépend-elle de l'épaisseur initiale  $e_0$  du film liquide? De cette formule et de l'image, déduire la valeur de  $b$ .

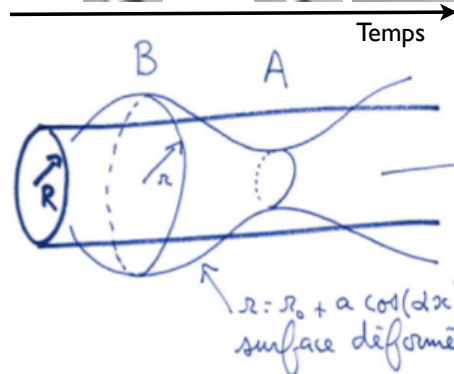
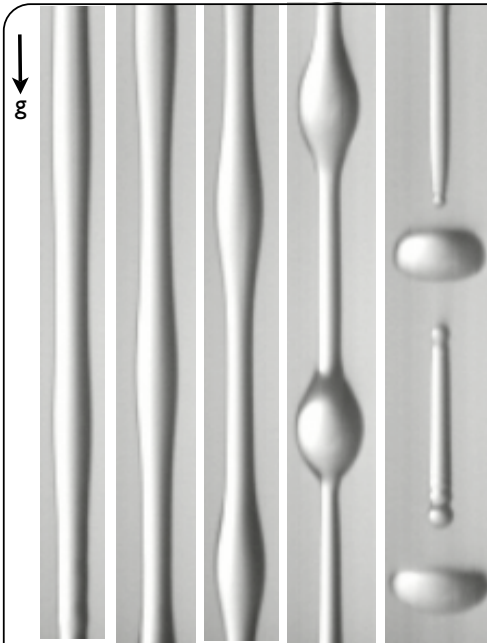


Araignée du matin



**Ex3:** Film liquide plan

- 1) Est-il possible que ces gouttes soient le résultat de l'instabilité de Rayleigh-Plateau?
- 2) Démouillage: supposons un film liquide recouvrant une surface plane. Décrivez ce qui se passe si on y fait un trou. Faites un schéma.



**Ex2:** Filet d'eau coulant du robinet.

Nous étudions l'évolution d'une petite perturbation sinusoidale et axisymétrique d'un cylindre liquide. La surface déformée a pour équation (voir schéma)

$$r(x) = r_0 + a \cos(\alpha x)$$

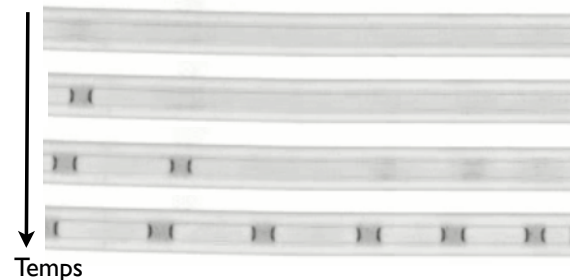
ou  $r_0$  est le rayon moyen, et  $a$  est l'amplitude de la perturbation, qui évolue dans le temps ( $a$  croît dans le temps si c'est instable -comme sur l'image-, et décroît si c'est stable).

1) Le diamètre moyen  $r_0$  est-il égal au diamètre initial  $R$  du cylindre? (pensez à la conservation du volume).

2) Lorsque l'amplitude de la déformation grandit, la surface liquide grandit-elle ou diminue-t-elle? Ce résultat dépend-il de la longueur d'onde de la perturbation?

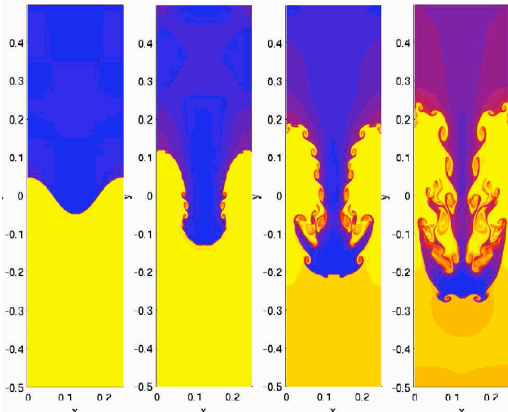
3) En supposant maintenant que la déformation est statique, calculer la pression due au saut de Laplace en A (zone étranglée) et en B (zone gonflée). (Pour cela on peut exprimer la courbure de l'interface dans deux plans orthogonaux).

4) Peut-on en déduire un critère de stabilité?



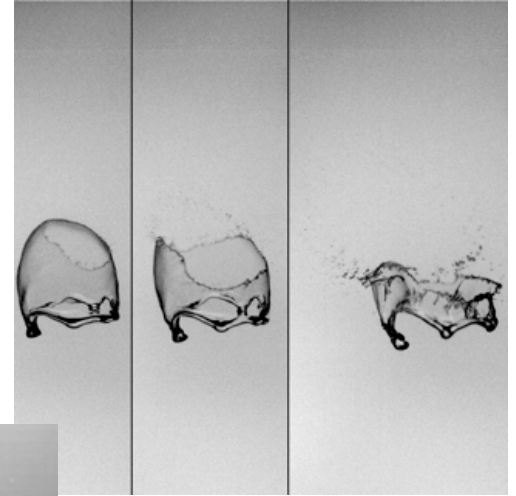
**Ex4:** On a fait passer une goutte dans un tube. Elle a laissé derrière elle un mince film contre la paroi. Décrivez ce que vous observez sur l'image. Faites un schéma, et décrivez le mécanisme de cette instabilité.

Rayleigh-Taylor,  
faible viscosité,  
grandes  
déformations

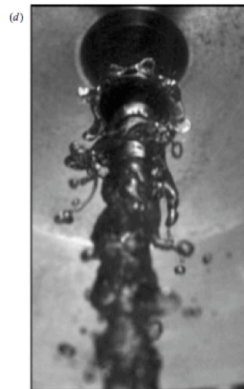
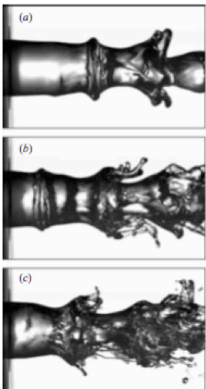


Bulle de savon

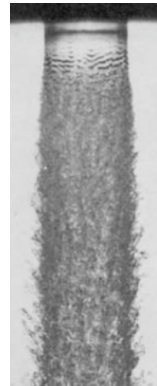
Goutte de pluie



Création de gouttes par l'instabilité  
du bourellet en rétraction



**Atomisation:**  
formation de  
gouttelettes par des  
instabilités de  
l'interface (ici Kelvin-  
Helmholtz)



Le bourellet dû à l'impact d'une goutte se déstabilise en couronne



FIGURE 8. Transverse modulation, (a)  $u_2 = 24 \text{ m s}^{-1}$ ; (b)  $u_2 = 27 \text{ m s}^{-1}$ ; (c)  $u_2 = 32 \text{ m s}^{-1}$ ; (d)  $u_2 = 24 \text{ m s}^{-1}$  in oblique view.