

Ecoulements multiphasiques

TD3: Dynamique des interfaces/piégeage

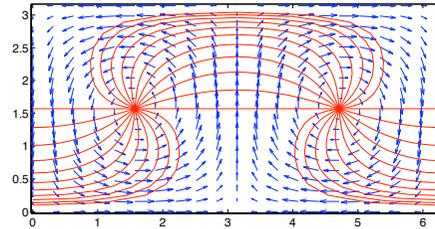
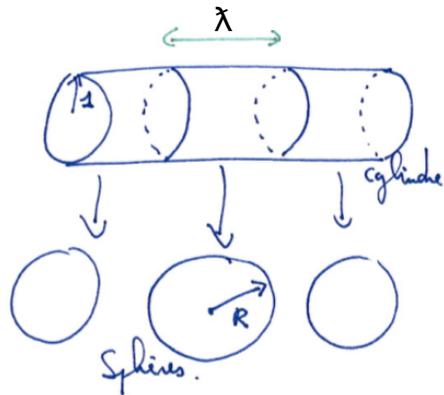
UMPC. NSF16. 2012-2013

Jérôme Hoepffner & Arnaud Antkowiak

Ex1: Filet d'eau coulant du robinet. Instabilité de Rayleigh-Plateau.

Le jet liquide se transforme en gouttelettes par cette instabilité. L'instabilité se produit lorsque cette transformation est capable de réduire la surface totale.

On fait ici une première approche quantitative de ce phénomène en considérant une transformation simple: on découpe le cylindre liquide de rayon R en tronçons de longueur λ . Les sphères qui en résultent contiennent le volume liquide des tronçons. Calculer le rayon et la surface de ces sphères et déduisez-en les λ qui correspondent à l'instabilité.



Ex2: Advection d'une interface par un champ de vitesse.

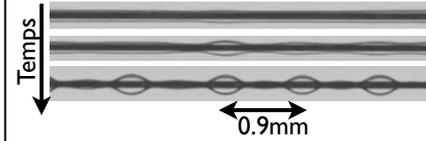
On a le champ de vitesse:

$$u(x, y) = \sin(x) \cos(y)$$

$$v(x, y) = -\cos(x) \sin(y)$$

- 1) Vérifiez que ce champ est à divergence nulle.
- 2) Vérifiez que le champ représenté est bien ce champ.
- 3) On suppose une interface décrite sous la forme $y=f(x)$. Ecrivez l'équation (nonlinéaire) d'évolution de f dans le temps.
- 4) Avec ce formalisme, peut-on obtenir l'évolution de l'interface comme représentée?
- 5) On suppose initialement $f(x, t=0) = \pi/2$. Montrez que on a aux temps courts (linéarisation):

$$f(x, t) = \frac{\pi}{2} - t \cos(x)$$



Ex3: Instabilité d'un film sur une fibre.

On dépose un mince film visqueux de viscosité μ et de tension de surface γ sur une fibre de rayon b , et on observe l'instabilité ci dessus, c'est ce qui se passe lorsque l'araignée dépose sa colle sur les fils spiraux de sa toile.

Pour une perturbation de forme sinusoidale de nombre d'onde α un calcul utilisant l'approximation de la lubrification donne la dynamique de $e(t)$, la perturbation d'épaisseur par rapport à une épaisseur constante e_0

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

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

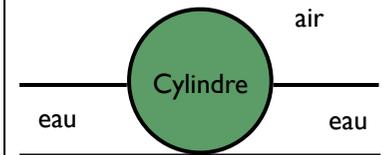


Ex4: Piégeage de ligne de contact

La ligne de contact sur la bille est piégée, on essaye ici de comprendre pourquoi cela empêche la fourmi de faire rouler la bille.

1) On considère le cas d'un cylindre plutôt qu'une bille pour simplifier l'analyse. Faites un croquis qui décrit ce qu'il se passe si le cylindre roule un peu.

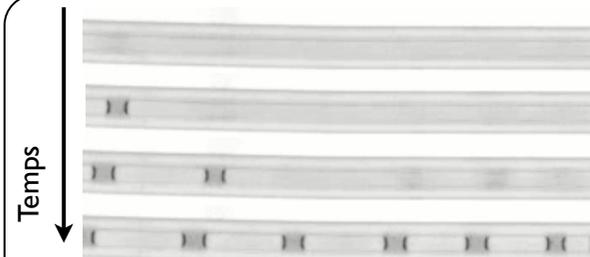
2) Dans le cas simple de la figure ci dessous, mouillage à 90 degrés et interface initialement plane, calculez le moment dû à la tension de surface pour un roulement de petit angle α (ménisque en approximation de faible pente).



		0	
1	1	0,9	0
1	0,7	0,2	0
0,3	0,1	0	

Ex5: Interface et calcul de la normale avec VOF

- 1) Tracer (à la main, sur cette feuille) une interface continue possible pour la fonction couleur représentée.
- 2) Pour les cellules où cela est possible: calculer la normale à l'interface avec la méthode simple du gradient (on prendra une taille de cellule $h=0.5$ pour simplifier).
- 3) A l'aide des coordonnées de la normale, tracer les segments d'interface dans ces cellules (respectez le volume de fluide dans chaque cellule en plaçant l'interface)



Ex6: 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.

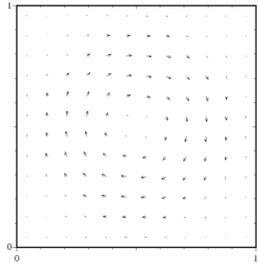


Fig. 5.19. Vortex-in-a-box velocity field.

Test numérique de suivi d'interface: aller et retour dans un tourbillon

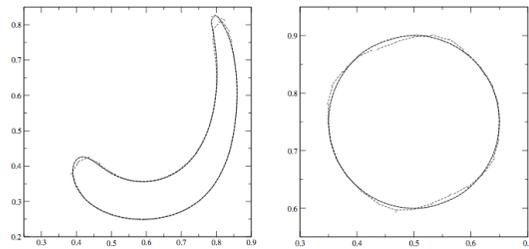


Fig. 5.20. Vortex-in-a-box test with period $T = 2$ and with $CFL = 1$ at the initial time. The exact and reconstructed interfaces are given at $t = T/2$ (left) and $t = T$ (right). In both figures the dotted line is the "exact" interface described by interface markers, the dashed segments reconstruct the interface on a 32^2 grid, while the solid segments on a 128^2 grid.

Instabilité de Kelvin-Helmholtz

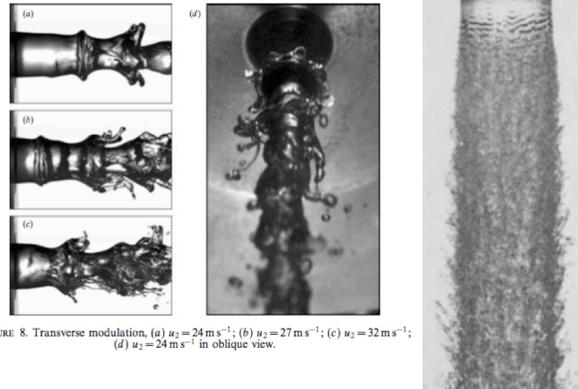


FIGURE 8. Transverse modulation, (a) $u_2 = 24 \text{ m s}^{-1}$; (b) $u_2 = 27 \text{ m s}^{-1}$; (c) $u_2 = 32 \text{ m s}^{-1}$; (d) $u_2 = 24 \text{ m s}^{-1}$ in oblique view.

Instabilité de Rayleigh-Taylor



Goutte de pluie: le «bag breakup»

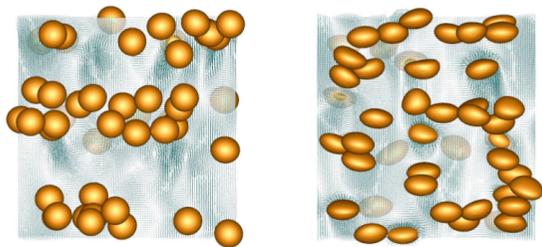
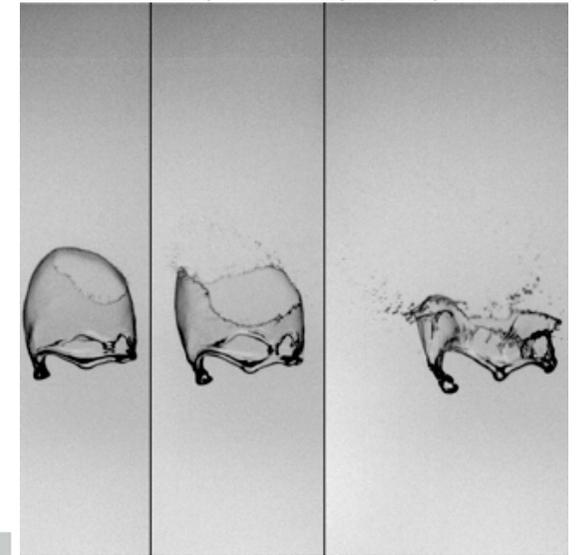


Fig. 8.2. Two frames from simulations of 48 buoyant bubbles in periodic domains. The left frame shows nearly spherical bubbles that have a tendency to line up into horizontal "rafts", whereas the more deformable bubbles on the right are more prone to form vertical columns. The governing parameters are given in the text. Reprinted with permission from Esmaceli and Tryggvason (2005). Copyright 2005, American Institute of Physics.

Bulles d'air qui remontent

jet diesel VOF

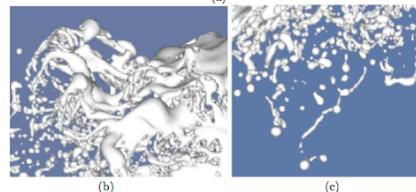


Fig. 9.19. The spatial development of a high-speed atomizing jet simulated using Gerris. Parameters are given in the text. (a) A view of the jet development near dimensionless time $U_1/D \sim 6$. (b) A zoom of the top-right region, showing the sheet near the tip of the jet breaks into filaments and droplets. (c) A zoom of the bottom-right region, showing droplets and ligaments on the side of the jet. Simulation obtained by Anne Bague and Stéphane Popinet.

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

