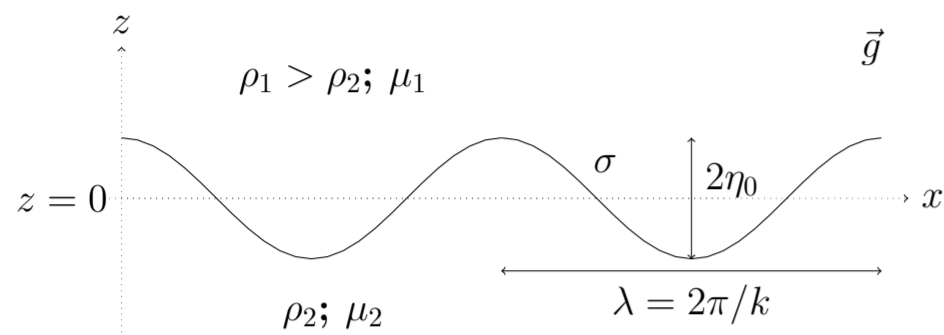


1 Instabilité de Rayleigh Taylor (IRT)

Configuration étudiée : fluide dense positionné au dessus d'un fluide moins dense non miscible dans le champ de pesanteur



Condition d'instabilité [1] : perturbation de nombre d'onde k inférieur au nombre d'onde capillaire $k_c = \sqrt{\frac{g(\rho_1 - \rho_2)}{\sigma}}$

Théorème de Π [2] : 8 paramètres physiques, 3 unités fondamentales \Rightarrow 5 nombres sans dimension

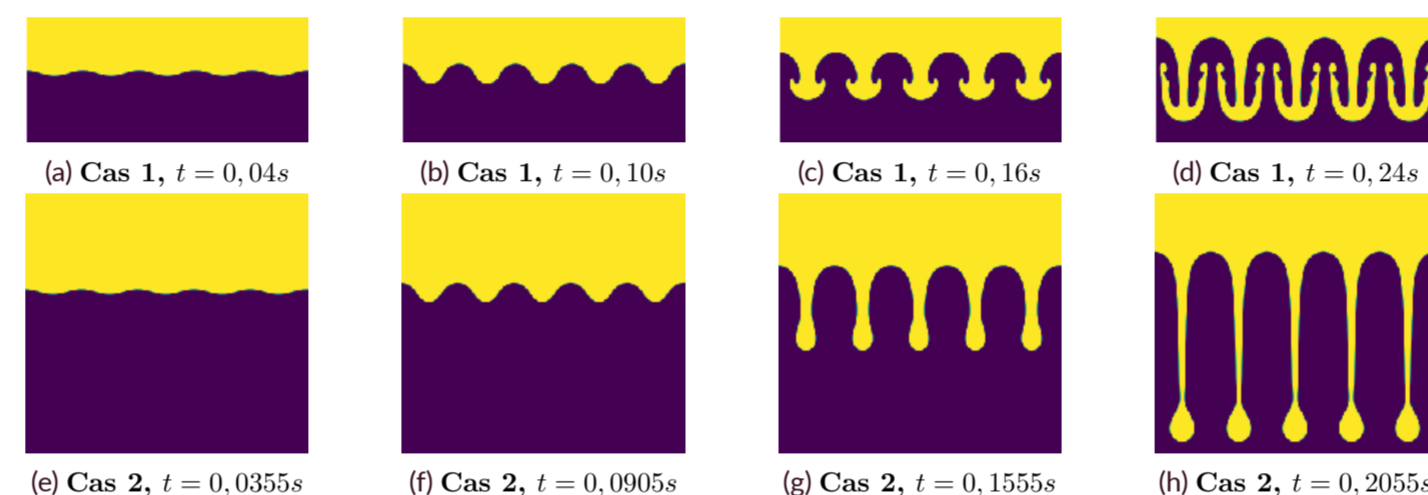
- $\Pi_1 = At = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$: nombre d'Atwood
- $\Pi_2 = Bo = \frac{k_c^2}{k^2}$: nombre de Bond
- $\Pi_3 = \eta_0 k$: amplitude initiale de la perturbation adimensionnée
- $\Pi_4 = \frac{\nu_1}{\nu_2}$ avec $\nu_i = \mu_i / \rho_i$: rapport de viscosité
- $\Pi_5 = Oh = \frac{\mu_1^2 k}{(\rho_1 - \rho_2)\sigma}$: nombre d'Ohnesorge

Théorie linéaire de stabilité [1] : prédiction du taux de croissance de la perturbation, α , pour un jeu de paramètres (At, Bo, Π_4, Oh) donné.

Expérience numérique avec le code ARCHER [3] : 2 cas examinés

Quantités	λ	At	Bo	Π_3	Π_4	Oh	α
Unités	m	-	-	-	-	-	$1/s$
Cas 1	0,02	0,288	17,7	0,157	1,06	$5,59 \times 10^{-3}$	27,2
Cas 2	0,02	0,997	1,38	0,157	0,0723	$4,37 \times 10^{-6}$	28,9

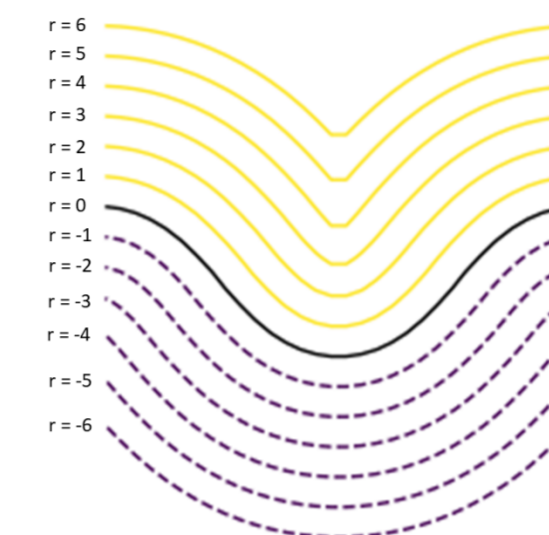
Images de l'évolution de l'interface



Observations sur la forme de l'interface

- Forme sinusoïdale aux temps faibles, plus complexe aux temps longs.
- Forme des pointes (digitations du fluide 1) et des bulles (digitations du fluide 2) semblables dans le cas 1, distinctes dans le cas 2.
- Forme de champignons pour les bulles et les pointes dans le cas 1, de gouttes pendantes pour les pointes dans le cas 2.

2 Analyse multi échelle (AME) [4]



Échelle r : distance à l'interface.

Convention : A l'interface, $r = 0$; dans le fluide 1, $r > 0$; dans le fluide 2, $r < 0$

Distribution d'échelle $e_2(r)$: longueur de l'iso-contour situé à l'échelle r

Échelles caractéristiques : échelles pour lesquelles on note un changement de comportement \Rightarrow fort gradient de distribution d'échelles

Échelles r^+ et r^- : échelles maximisant $\frac{de_2(r)}{dr}$

Observables : évolutions temporelles des distributions d'échelles $(e_2(r, t); e_2(0, t) - e_2(0, 0))$ et des échelles caractéristiques $(r^-(t); r^+(t))$.

3 Objectif

Appliquer l'AME à l'IRT pour tester son intérêt à décrire l'évolution temporelle d'une instabilité interfaciale.

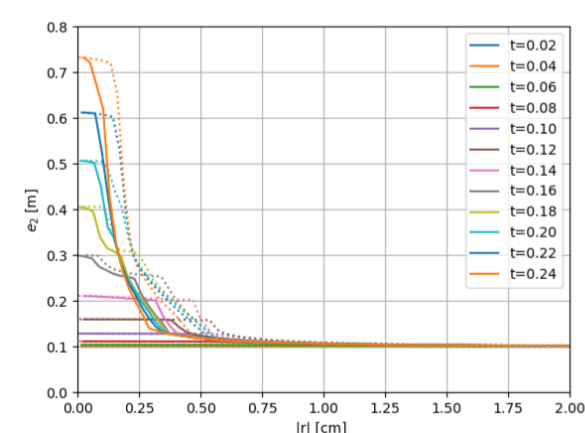
5 Conclusions

- Mesure du taux de croissance de l'instabilité par la mesure de l'évolution de l'interface. Résultat retrouvé : $\alpha_l = 2\alpha$ dans le régime linéaire [5].
- Mesure des premiers effets non linéaires par la mesure de l'asymétrie de la distribution d'échelles entre les deux fluides.

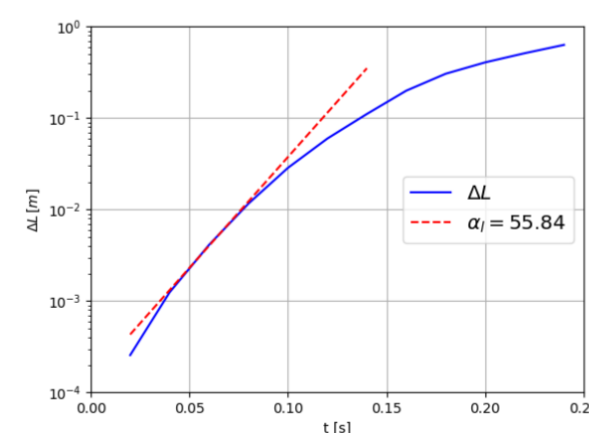
6 Références

- [1] S. Chandrasekhar. *Hydrodynamic and hydromagnetic stability*. Oxford University Press, 1961.
- [2] E. Buckingham. On physically similar systems; illustrations of the use of dimensional equations. *Phys. Rev.*, 4, 1914.
- [3] La Team ARCHER. <https://hal.archives-ouvertes.fr/archer>.
- [4] C. Dumouchel. Liquid atomization and spray: A multi-scale description. *Keynote Lecture - Fluids Engineering Summer Conference*, 2017.
- [5] M.-C. Renoult, P. Carles, S. Ferjani, and C. Rosenblatt. 2d rayleigh-taylor instability : Interfacial arclength vs. deformation amplitude. *Europhysics Letters*, 101, 2013.

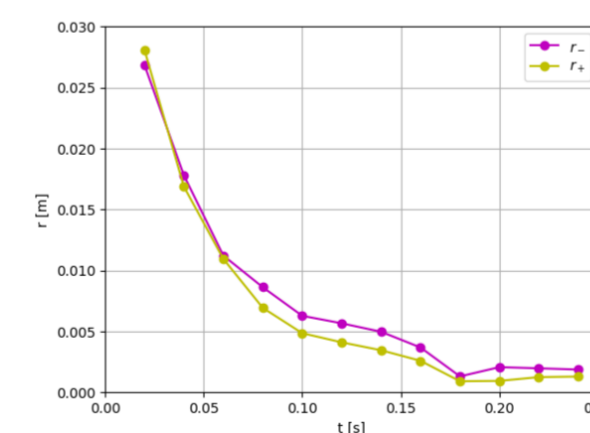
4 Résultats



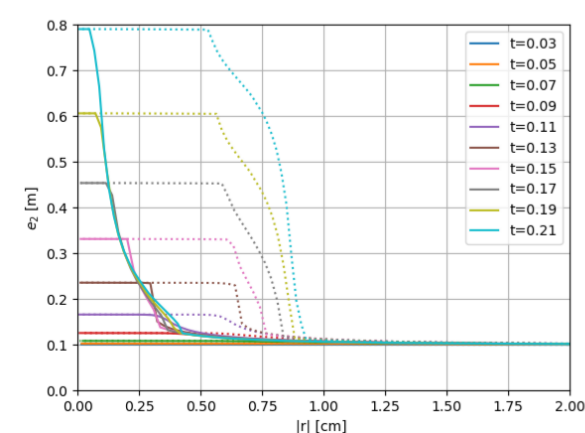
(a) Cas 1, $e_2(r, t)$



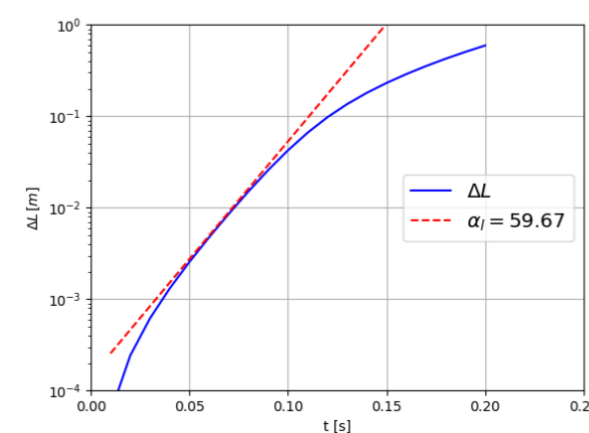
(b) Cas 1, $\Delta L = e_2(0, t) - e_2(0, 0)$



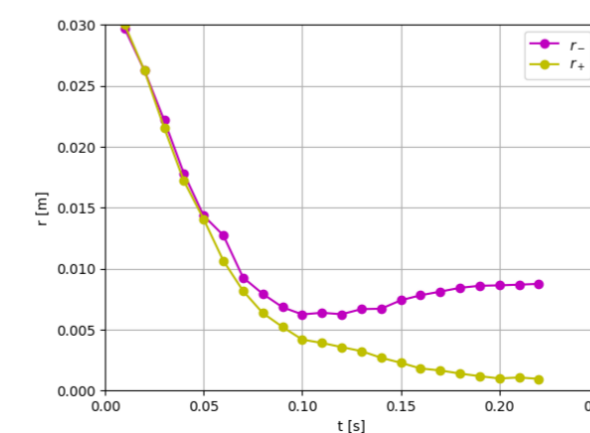
(c) Cas 1, $r^+(t); r^-(t)$



(d) Cas 2, $e_2(r, t)$



(e) Cas 2, $\Delta L = e_2(0, t) - e_2(0, 0)$



(f) Cas 2, $r^+(t); r^-(t)$