

# Propagation des ultrasons et vitesse de remontée des bulles d'air

## PROJET TUTORÉ

Alexandre Larrieu

Silio-Manolo Cordelier

Corentin Mosca

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER  
Faculté des Sciences  
Département de Physique



Encadrant: Steeve Cronenberger, Enseignant-Chercheur

Jeudi 17 Avril 2025

# Sommaire

- 1** Introduction
- 2** Concepts clés
  - Transducteur ultrasonore
  - Notions d'hydrodynamique
- 3** Mesure de la vitesse des ultrasons dans un liquide
  - Protocole de mesure
  - Résultats expérimentaux
- 4** Mesure de la vitesse de remontée de bulles d'airs dans un liquide
  - Protocole de mesure
  - Protocole de traitement de données
  - Résultats expérimentaux
- 5** Discussions sur la cohérence des résultats
- 6** Conclusion

# Transducteurs utilisés

- appareil permettant de générer et/ou de détecter des ondes ultrasonores
- convertit les signaux électriques en ondes mécaniques par vibration d'un matériau piézoélectrique



(a) Divers



(b) Pour immersion

Figure: Exemples de transducteurs ultrasonores

# Rappels

## ■ Poussée d'Archimède:

$$P_A = \rho V g$$

## ■ Frottement fluide:

$$F_D = 3\mu\pi Dv \quad F_D \propto \mu^{0.5} R^2 \pi^{-0.5} v^{1.5} \quad F_D \propto \frac{1}{2} \rho v C_x S$$

*Régime laminaire   Régime transitoire   Régime turbulent*

## ■ Régimes défini à partir du nombre de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho V L}{\mu}$$

# Montage

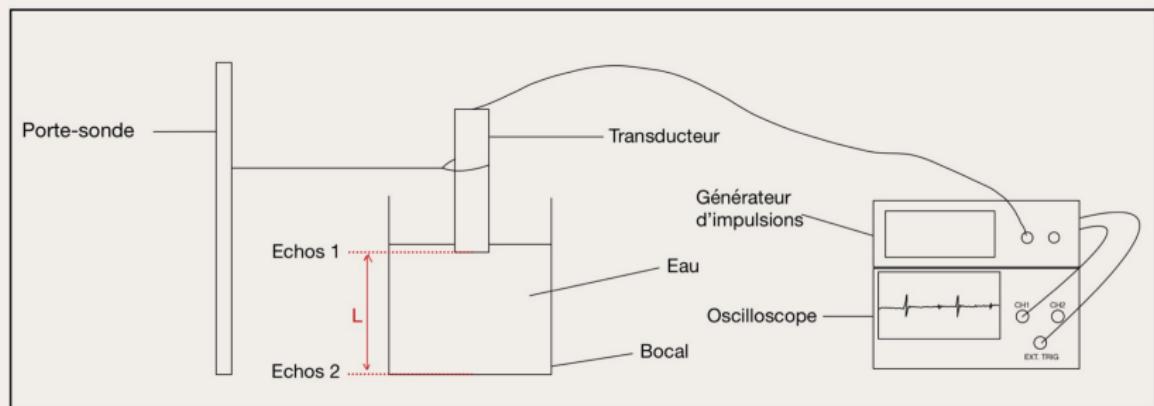


Figure: Montage utilisé pour mesurer la célérité du son dans les liquides

└ Mesure de la vitesse des ultrasons dans un liquide

└ Protocole de mesure

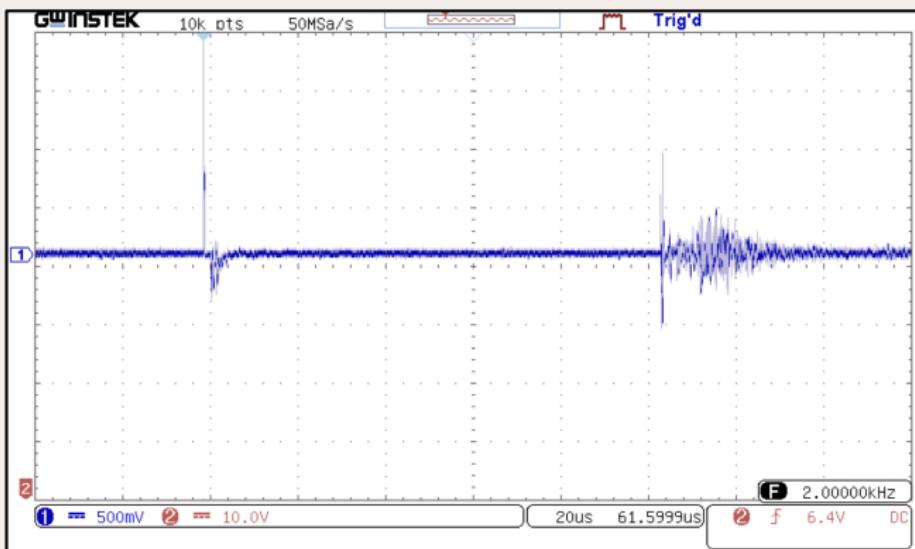


Figure: Echogramme obtenu avec ce montage

On obtient finalement:

$$c_{exp} = \frac{2\Delta x}{\Delta t}$$

# Résultats dans l'eau

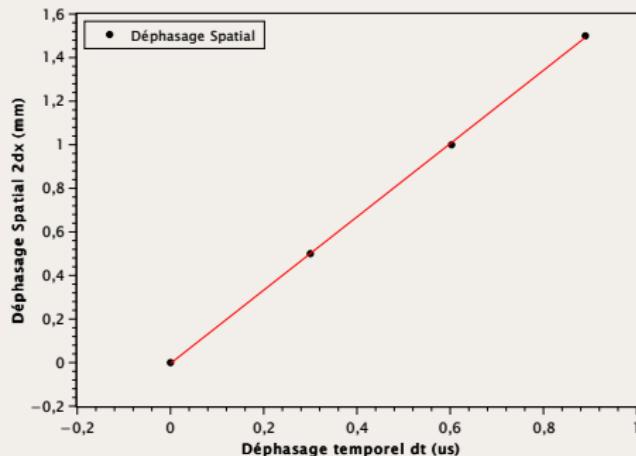


Figure: Valeurs obtenues dans l'eau

Concentration glycérol/%	0	25	50	75	100
$c_{\text{exp}}/m.s^{-1}$	1484	1682	1795	1854	1907
$\Delta c_{\text{exp}}/m.s^{-1}$	5	14	9	9	8

# Comparaison avec la théorie

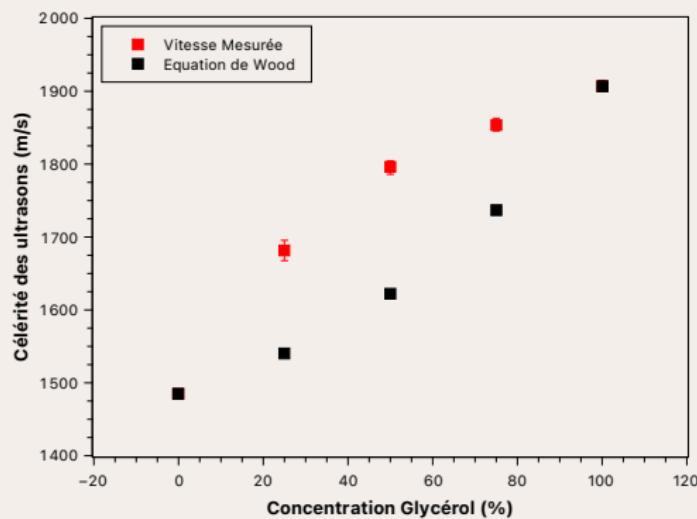


Figure: Valeurs obtenues et valeurs théoriques

Obtenues à partir de la Loi de Wood:  $\frac{1}{\rho c^2} = \frac{\alpha_1}{\rho_1 c_1^2} + \frac{\alpha_2}{\rho_2 c_2^2}$

# Protocole de mesure

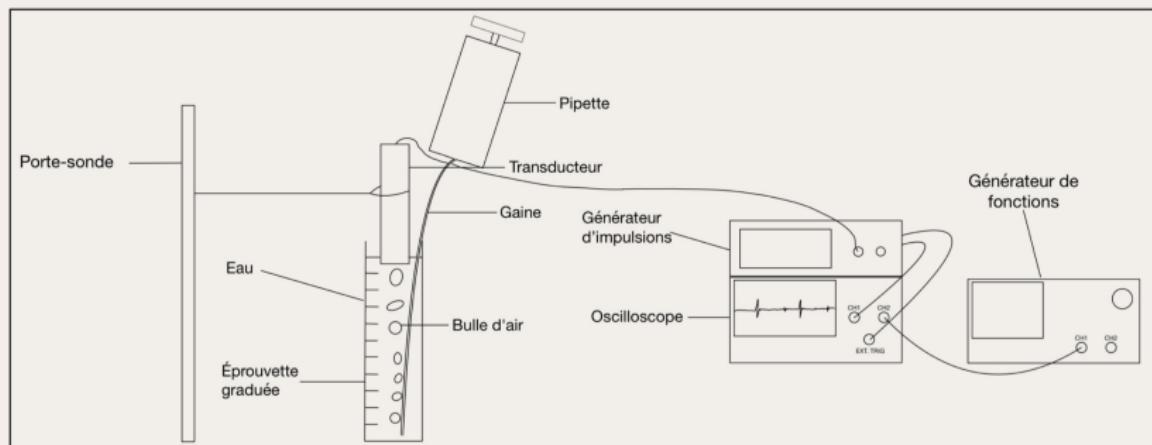


Figure: Montage pour le protocole final

- Générateur d'impulsions
- Rampe de tension
- Oscilloscope

## Traitement avec un script Python

- Acquisition avec OpenWave
- Mesure de la taille des bulles et identification de leur position temporelle
- Visualisation et mesure des traces obtenues avec le code

### Exemple de visualisation avec le code

## Résultats dans le glycérol

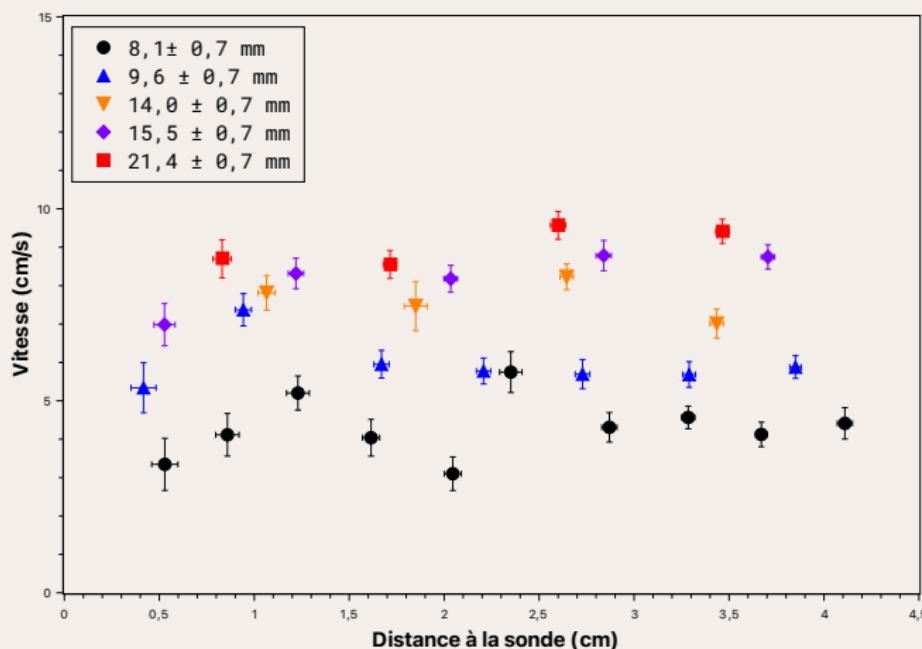


Figure: Vitesse de remontée des bulles d'air de différentes tailles

# Résultats pour les différents mélanges

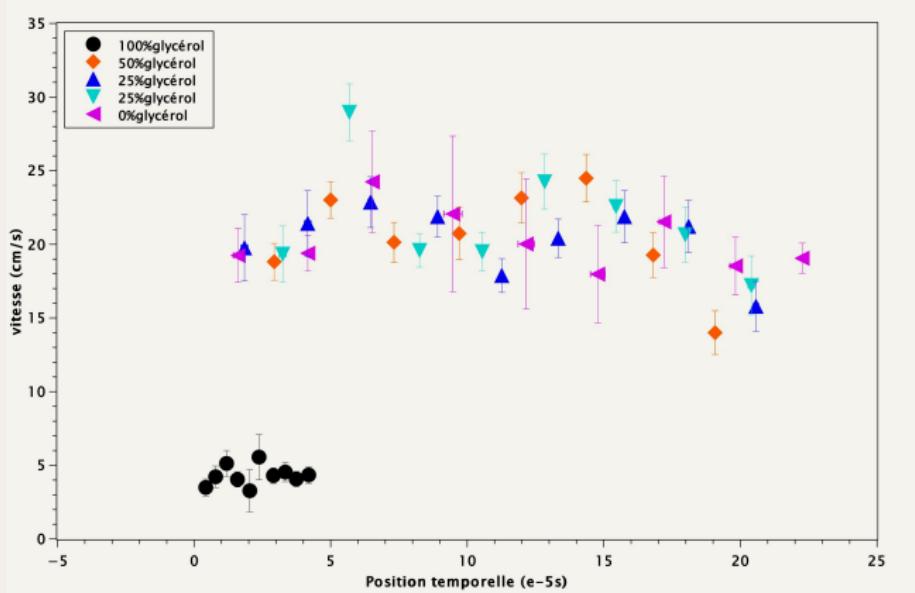


Figure: Vitesse de remontée de bulles de même taille dans les mélanges

# Valeurs dans l'eau

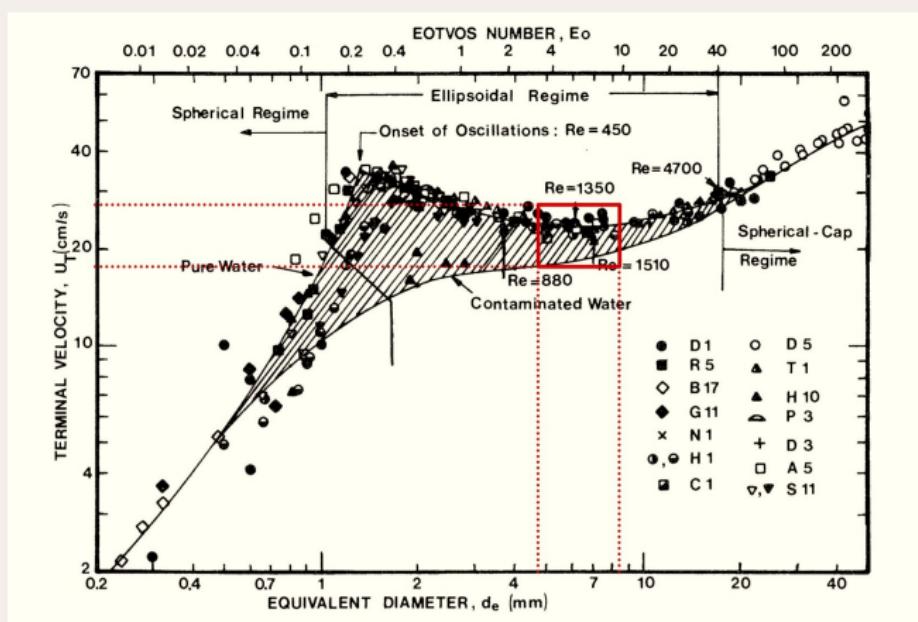


Figure: Valeurs théoriques obtenues dans la littérature [1]

Solution	N° figure	Volume $\times 10^{-9} [\text{m}^3]$	Vitesse [m/s]	Reynolds
Glycérol 99,5%	VI.2.a et VI.3	400	0,063	0,67
	VI.2.b et VI.4	1100	0,11	1,6

Figure: Valeurs expérimentales obtenues dans la littérature [2]

Valeur obtenues pour une bulle de 8.1 mm:

$$v_{moy} = 4.3 \pm 0.8 \text{ cm.s}^{-1}$$

## Valeurs dans les mélanges

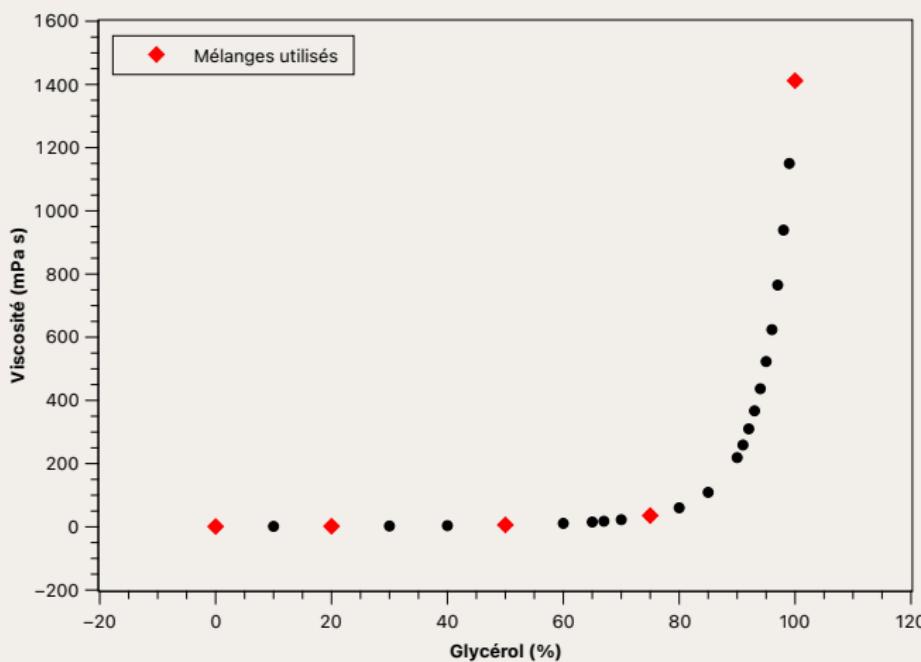


Figure: Viscosité du mélange eau/glycérol mesurées dans la littérature [3]

# Conclusion

- Des valeurs cohérentes
- Bulles de tailles trop peu variées
- Mélanges beaucoup trop concentrés en eau

## Bibliographie

-  [1] R. Clift.  
*Bubbles, Drops and Particles.*  
Academic Press, 1978.
-  [2] D. Funschilling.  
Dynamique de bulles dans des fluides rhéologiquement complexes.  
*Thèse de doct. Institut National Polytechnique de Lorraine.*  
1999.
-  [3] J.B. Segur.  
*Viscosity of Glycerol and Its Aqueous Solutions.*  
*The Miner Laboratories.* 1951.