**Thermomètre acoustique : Mesurer la température de l’eau dans une tasse grâce au son produit par sa chute**

**Positionnement thématiques**

Mécaniques des fluides, thermodynamique, ondes sonores

**Mots-clés**

Mots clés (en français) : Mots clés (en Anglais) :

Sons de chute Sound of pouring  
Température Temperature  
Résonance Resonance  
Mesures Measure  
Bulles Bubble  
Ecoulement Flow  
Mécanique des fluides Fluids mechanics

**Bibliographie Commentée**

La physique est fondamentalement basée sur la mesure, c’est l’action de déterminer une valeur d’une grandeur par comparaison avec une autre grandeur. Sans elle, la connaissance théorique n’a que peu de valeur. Heureusement, l’homme est doué de capteur naturels : le gout, l’odorat, le toucher, la vue, l’ouïe. Ces capteurs sont utilisables de multiples façons. Nous faisons par exemple la différence (en y prêtant attention) naturellement entre de l’eau chaude et l’eau froide rien qu’entendant le son qu’elle émet en tombant dans une tasse [1]. Ce qui est intéressant c’est de pouvoir quantifier cette capacité. En effet, un thermomètre classique est en contact directement avec le fluide ce qui peut potentiellement nuire à celui-ci à cause des transferts thermiques ou abimer l’appareil de mesure surtout à des températures extrêmes. D’où l’intérêt de pouvoir le mesurer de façon indirect. C’est en effet le cas, en 1965 a été adoptée provisoirement une échelle basée sur la thermométrie acoustique entre 2K et 20K, ces températures étant trop basse pour être mesurée de façon classique.[2]  
  
 Pour mesurer la température d’un fluide grâce au son, on peut le faire s’écouler dans un récipient. Ce son est assez complexe et varie au cours du temps puisque la tasse se remplit peu à peu. Lors de cette chute 3 différents phénomènes majeurs peuvent produire un son, il peut alors se passer différents phénomènes :   
-le fluide entre en contact avec le fond du récipient et ainsi crée un son. Le fluide en tombant peut former des gouttelettes. C’est ce que l’on appelle le phénomène de Rayleigh-plateau [4]. En effet, la chute d’un fluide si elle est assez longue peut devenir instable et former des gouttes plus ou moins importante dû aux tensions surfaciques. Ces gouttelettes choquent la surface en tension et forment un son en mettant en vibration l’eau à une certaine fréquence.  
-le fluide, une fois une certaine quantité versée, va encore grâce au phénomène de Rayleigh-plateau entrer en contact avec la surface de l’eau.   
- Cela va aussi former des bulles de rayon variable provoquant un son à cause du régime turbulent imposé par l’écoulement instable [3].

Une fois ce son produit, il entre en résonance avec le récipient à travers l’air qui reste dans la cavité influencée par le facteur de qualité des parois. On peut notamment avoir des relations pertinentes grâce à la théorie des tuyaux reliant célérité du son, température et fréquence [5]. Il est ainsi possible de remonter à la vitesse du son puis sa température. Plusieurs paramètres peuvent influencer le son produit : la viscosité, la forme du récipient, l’air contenu dans le récipient et bien sûr la température du fluide.

**Problématique retenue**

Evaluer les paramètres et les conditions pertinents influençant la mesure de la température d’un fluide par le son qu’il produit pendant son écoulement. Puis de mesurer la température grâce au son. Enfin rechercher à minimiser l’incertitude de la mesure faite et son comportement.

**Objectifs du TIPE**

Je me propose de:

1. Trouver les paramètres qui influence le son émis par un fluide arrivant dans un récipient. Tels que le fluide utilisé , la forme du récipient.
2. Réaliser un prototype permettant de mesurer la température d’un fluide simple comme l’eau. Pour cela, je ferai une expérience où un débit constant d’eau se déversera dans une tasse, il suffira de mesurer la fréquence au-dessus du récipient en fonction de la longueur de cavité qui reste pour accéder à la température. Appuyer par des résultats théoriques.
3. Quantifier l’incertitude faite et ainsi améliorer la méthode ou le modèle retenu.

**Références Bibliographiques**

[1] *Nos oreilles savent faire la différence entre le bruit de l'eau chaude et celui de l'eau froide*  
Avec une vidéo de Steve Mould <http://mashable.france24.com/monde/20170309-oreilles-difference-eau-chaude-froide-bruit>

[2] *La Thermométrie aux très basses températures* Soumis le 1 Jan 1970 <https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00213854/document>

[3] Valentin Leroy : *Bulles d’air dans l’eau : couplage d’oscillateurs harmoniques et excitation paramétrique* soutenue le 17 Nov 2004 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00007437/document>

[4] Camille Duprat : *Instabilités d’un film liquide en écoulement sur une fibre verticale* soutenu le 19 Nov 2009 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00433439/file/theseduprat.pdf>

[5] Résonance acoustique <https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sonance_acoustique>