**« Les gouttes marcheuses,**

**une forme de dualité onde-particule à échelle macroscopique ? »**

L’article que nous allons étudier est extrait de la revue « Reflets de la physique ». Pour répondre à des questions précises, vous pourrez vous aider de ces deux supports **(que nous ne vous demandons pas de lire en entier)** :

* De la thèse de Suzie Protière, téléchargeable ici : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00192620/en/>
* De l’article Particle–wave association on a fluid interface issu de la revue Journal of Fluid mechanics.

**Le montage expérimental (celui –ci est bien décrit dans l’article de JFM p3)**

1/ Faites un schéma du dispositif expérimental

2/ Comment les gouttes sont-elles formées ?

3/ Visualisations :

* Quelle est la vitesse d’acquisition d’une camera classique ? Quelle est la vitesse de la camera que les auteurs utilisent ici ? Avez-vous une idée de la vitesse d’acquisition de la camera la plus rapide au monde ? Quel est d’après vous la limitation essentielle pour fabriquer des caméras plus rapides ?
* Donnez un ordre de grandeur de la vitesse verticale des gouttes. Calculez le nombre d’images que l’on a le temps de prendre pendant son rebond, avec une caméra normale, avec caméra rapide. Combien d’images minimum faut-il pour pouvoir observer proprement le mouvement ? Conclure.
* Qu’est ce que la stroboscopie ?
* Pourquoi les auteurs utilisent-ils un miroir à 45° ?

4/ Qu’est ce qu’un accéléromètre ? Comment cela fonctionne-t-il ?

5/ Comment les vibrations sont-elles créées ? Quel instrument d’utilisation plus courante pourrait-on utiliser à la place ?

**Les grandeurs caractéristiques du fluide**

1/ Quel est le liquide utilisé ? D’après vous, pourquoi les auteurs ont-ils choisi ce liquide ?

2/ Pouvez vous définir la viscosité d’un liquide ? Des liquides utilisés dans l’article ? Comparez cette dernière à la viscosité de l’eau, du miel.

3/ Dans les JFM, paragraph 3.1, les auteurs introduisent le nombre de Weber. Retrouvez qu’il s’agit d’un nombre sans dimension (aidez vous des unités données dans la description du dispositif expérimental pour avoir la dimension de chacune des grandeurs). Ils disent qu’il est obtenu en faisant le rapport entre l’énergie cinétique et l’énergie de surface de la goutte. Pouvez-vous retrouver ce résultat ? Calculez la valeur du nombre de Weber. Qu’en déduisez-vous ?

**Le mouvement des gouttes**

1/ Pouvez vous expliquer comment on obtient les images de la figure 2.3 de la thèse. Pourquoi cette figure s’appelle-t-elle un spatiotemporel ? Quel est l’intérêt de ce mode de représentation ?

2/ Décrivez les modes de rebond des gouttes et, en particulier, le doublement de période ? (figures 3.1, 3.2 et 3.3 de la thèse)

3/ Comment est ce que les marcheurs se mettent ils en mouvement ? (section 4.1.2 de la thèse)

**L’instabilité de Faraday (section 1.2 de la thèse)**

1/ Décrire l’instabilité de Faraday. Faites un schéma expérimental d’une expérience typique permettant de l’observer.

2/ Expliquer les termes :

* Fréquence de forçage
* Fréquence de Faraday
* Longueur d’onde de Faraday
* Nombre d’onde de Faraday

3/ Donner la relation de dispersion des ondes de Faraday. Que devient cette équation quand h est grand ? On peut considérer que h est grand lorsqu’elle est supérieure à la longueur capillaire. Donnez l’expression de cette longueur. Calculez-là pour le liquide utilisé par les auteurs. Que représente cette longueur ?

*4/* Retrouver l’expression de la vitesse de Faraday, calculée dans la thèse de Suzie Protière.

5/ Calculez la valeur de F attendue à une excitation de 40 Hz. Vérifiez sur les photos de gouttes qui rebondissent que cette valeur est compatible avec l’expérience.

**Peut on dire qu’il y a dualité onde/particules ?**

1/Décrire la démarche suivie dans l’article de « Reflets de la physique »

2/ Commentez les figures 4 et 5.

3/ Pourquoi les auteurs parlent ils de dualité onde-corpuscule dans cet article ? Quelle est l’onde ? Et la particule ? Pourquoi et comment sont elles liées ?

4/ Que pensez vous de l’application du principe d’incertitude d’Heisenberg à ce problème ? Est-il vérifié ? Commentez.

6/ Que pensez vous de cet article ? A-t-il des limites ? Auriez-vous envie d’aller plus loin ? Proposez des expériences que l’on pourrait faire avec ce même système pour pouvoir explorer plus avant la dualité onde/corpuscule.