

Mesure de température d'une goutte par rétrodiffusion et par la thermométrie standard par arc-en-ciel

Maria Rosaria Vetrano

KU Leuven, Celestijnenlaan 300A – postbus 2421, B-3001 Heverlee, Belgium

Email auteur correspondant : rosaria.vetrano@kuleuven.be

Quand une goutte ou un nuage de gouttelettes est éclairé par la lumière du soleil, plusieurs phénomènes optiques remarquables apparaissent, par exemple l'Arc-en-Ciel, le Halo et la Gloire. Ces phénomènes peuvent être compris à partir de l'étude du comportement d'une lumière monochromatique diffusée par des gouttelettes. Chaque phénomène physique mentionné ci-dessus apparaît à un angle de diffusion différent, par exemple, la gloire est générée par la rétrodiffusion de la lumière et donc à des angles proches de 180 degrés et l'arc-en-ciel à environ $\Theta = 138$ degrés pour des gouttes d'eau illuminées par une lumière de longueur d'onde égale à $\lambda=514,5$ nm.

Plusieurs approches peuvent être utilisées pour étudier le phénomène de dispersion de la lumière. L'approche la plus complète et la plus rigoureuse du problème de diffusion de lumière monochromatique par une sphère rigide et transparente est celle de Lorenz et Mie [1]. D'autres approches existent également, comme celles de Debye [2] et de Nussenzveig [3].

Le phénomène de rétrodiffusion peut être utilisé en tant que technique de mesure de laboratoire pour la mesure du diamètre d'une ou plusieurs gouttes en utilisant un simple dispositif expérimental et un algorithme d'inversion des données basé sur la fréquence des franges d'interférence composant le signal de « gloire » [4] (Figure 1(a)).

La thermométrie standard par arc-en-ciel (SRT) est une technique de mesure non-intrusive capable d'évaluer simultanément l'indice de réfraction et la dimension des gouttes en analysant le profil d'intensité de la lumière dispersée. La SRT a été largement validée et employée aussi dans le cas de plusieurs gouttes.

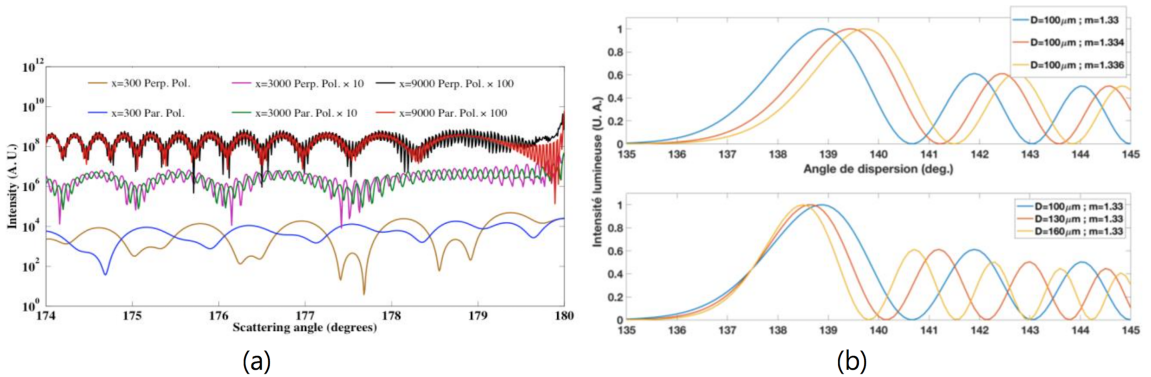


Figure 1: (a) Intensité de la lumière en rétrodiffusion. (b) Intensité de la lumière à l'angle d'arc-en-ciel.

Dans ce travail il sera montré que, à partir du signal de Gloire, une mesure précise et simultanée de la taille et de l'indice de réfraction (et donc de la température) d'une goutte peut être effectuée. Ceci nécessite l'utilisation d'un algorithme d'inversion de données plus complexe et basé sur la régularisation d'un problème mal conditionné. Les mesures de la taille et de la température des gouttelettes seront comparées à celles obtenues par la thermométrie standard par arc-en-ciel (SRT) pour des gouttes avec un paramètre de taille entre 300 et 1200 (Figure 2).

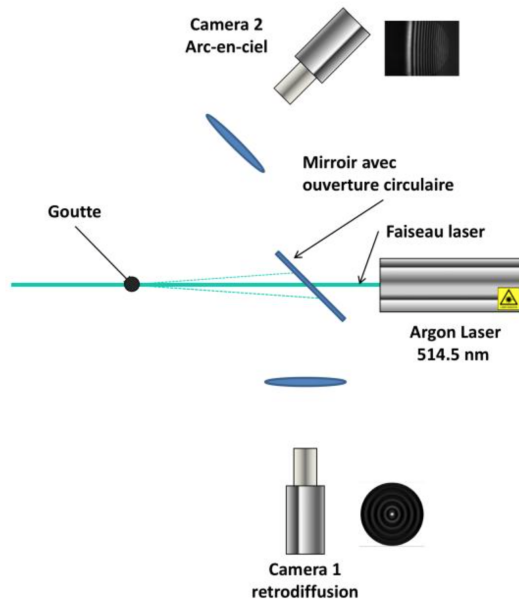


Figure 2: Schéma du dispositif expérimental

References

- [1] G. Mie, "Beitrge zur optik truber medien, speziell kolloidaler metallosungen", *Ann. Phys*, 25, 377–452 (1908).
- [2] P. Debye, "Der lichtdruck auf kugeln von beliebigem material," *Ann. Phys*, 30, 57–136 (1909).
- [3] H. M. Nussenzweig, "High-frequency scattering by a transparent sphere. i. direct reflection and transmission," *Journal of Mathematical Physics*, 10, 82–124 (1969).
- [4] M. R. Vetrano et al. « Single and multiple droplet sizing by glory » *Optics Communications* 341 (2015).