

Matériel et Méthodes

L. Schlemmer et S. Lucas

Février 2021

1 Laser dans le film de savon

1.1 Matériel

- Diode LASER ($\lambda = 532nm$)
- Support pour le film de savon découpé par LASER CO_2 dans une plaque de PMMA d'épaisseur 5mm (patron en figure 1)
- Caméra Basler ac1300-200uc utilisée avec une fréquence d'acquisition de 10 images par seconde
- lame de verre semi-réfléchissante
- Composition du mélange pour les films de savon :
 - 250mL d'eau
 - 20mL de liquide vaisselle Dawn®
 - 20mL de glycérol

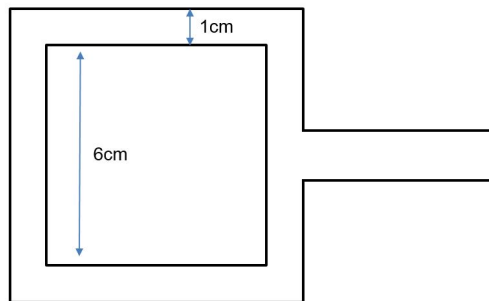


FIGURE 1 – Patron du support pour le film de savon

1.2 Méthodes expérimentales

1.2.1 Observation du phénomène

En immergeant le support en PMMA dans la solution puis en le sortant, un film de savon se tend sur le support. Le support est ensuite fixé sur un montage permettant de translater le support dans 3 dimensions, et de le tourner selon 1 dimension. Un faisceau laser à 532nm arrive dans le film de savon par une des faces transparentes du support en PMMA. Pour observer le phénomène, il n'y a plus qu'à régler l'inclinaison et la hauteur du faisceau laser par rapport au film.

La caméra Basler ac1300-200uc est disposée au dessus du montage et l'acquisition se fait à 10 images par seconde via le logiciel PylonViewer. Le choix de la longueur d'onde n'est pas critique : le phénomène a aussi pu être observé avec un laser à 650 nm, mais semblait plus visible avec un laser vert.

1.2.2 Interférences en lumière blanche & Longueur de corrélation

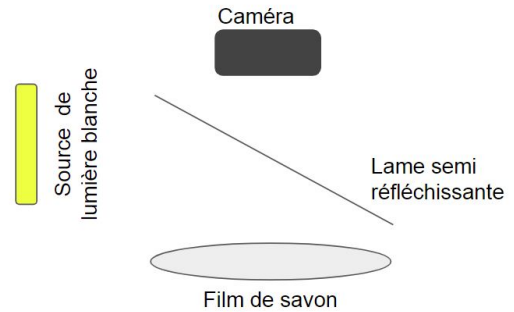
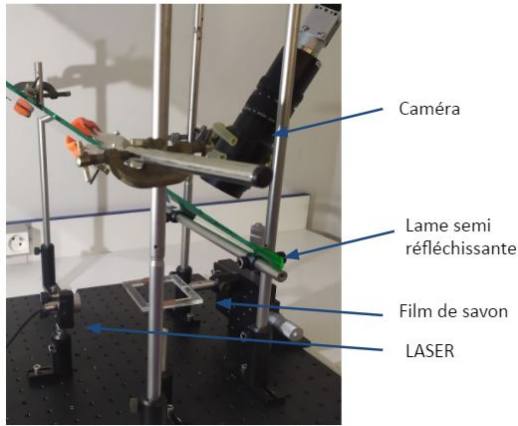


FIGURE 3 – Schéma simplifié du montage expérimental

FIGURE 2 – Photographie du montage expérimental

Le film de savon est produit et fixé comme dans l'expérience précédente. On éclaire horizontalement la lame semi-réfléchissante qui fait un angle de 45° avec l'horizontale, de sorte que le film soit éclairé en incidence normale. On peut alors observer les interférences entre le faisceau réfléchi à l'entrée du film de savon et le faisceau réfléchi à la sortie du film de savon. On enregistre ensuite des images des interférences sur lesquelles on calcule l'autocorrélation à deux dimensions de ces images sous Matlab. Cette opération permet d'estimer la longueur de corrélation du milieu savonneux.

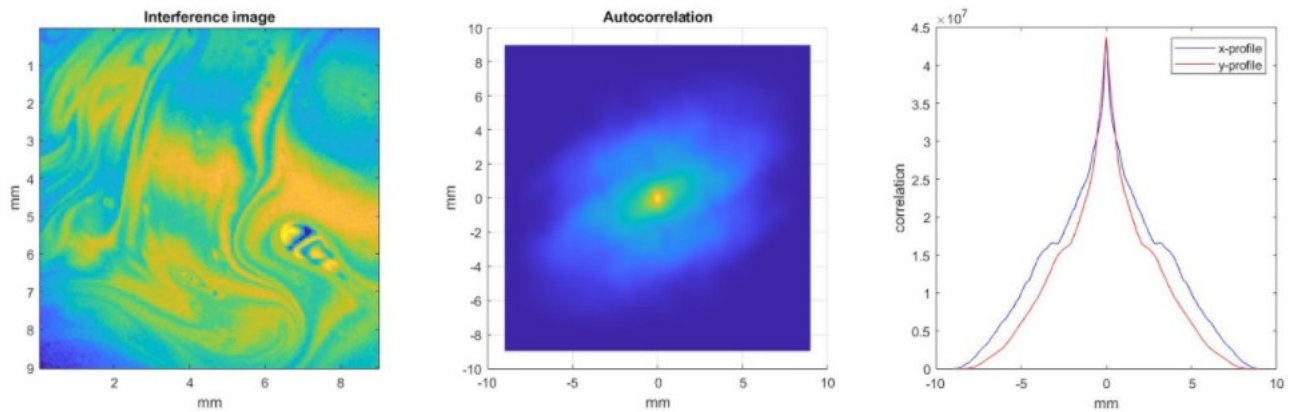


FIGURE 4 – Estimation de la longueur de corrélation du milieu en utilisant l'autocorrélation

1.2.3 Anisotropie & Angle d'ouverture

Dans cette expérience, le laser est introduit dans le film de savon comme dans la première expérience. On incline cependant le support du film de savon autour de l'axe du laser ou selon l'axe perpendiculaire au laser. On s'intéresse alors à l'évolution de l'ouverture du branching flow selon l'inclinaison du film de savon. Pour caractériser l'ouverture du faisceau laser sous l'effet du branching flow, on acquiert un enregistrement vidéo du phénomène comme dans l'expérience 1.

À partir de cette vidéo, on synthétise une image avec le logiciel ImageJ : l'intensité de chacun des pixels de cette image est la valeur maximale de l'intensité pour ce pixel sur l'ensemble de l'enregistrement. Cette image (Figure 5.) témoigne de tous les embranchements qui ont eu lieu au cours de l'acquisition. On a ensuite sommé l'intensité le long d'un axe perpendiculaire à l'axe de propagation du laser. On peut alors tracer l'épaisseur

(somme le long de l'axe) en fonction de la distance le long du laser. L'angle d'ouverture θ du Branching Flow peut être relié à la pente a de cette courbe : $a = \tan(\theta)$.

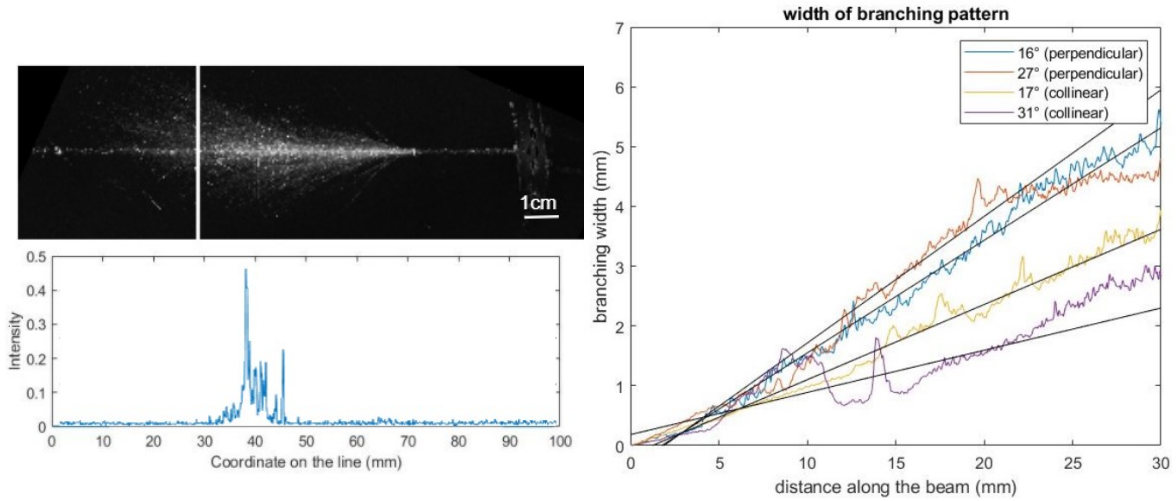


FIGURE 5 – Image de synthèse (haut) et l'intensité le long d'un axe perpendiculaire (bas)

FIGURE 6 – Épaisseur du Branching flow en fonction de la distance le long du faisceau pour différentes inclinaisons du film de savon

1.2.4 Simulation sous Lumerical®

Ce logiciel permet de simuler la propagation d'onde dans un milieu d'indice de réfraction quelconque. Nous avons utilisé le mode FT2D de ce logiciel pour faire une simulation dans un milieu 2D dans lequel nous avons disposé aléatoirement des diffuseurs. Ces diffuseurs sont des disques concentriques d'indice de réfraction différent qui augmente de l'extérieur vers l'intérieur. On s'est ensuite servi de ce logiciel pour mettre en évidence différents régimes et déterminer dans quelles conditions observer le branched flow, en faisant varier la longueur d'onde incidente par rapport à la taille caractéristique des diffuseurs.

2 Électrostriction

2.1 Matériel

- Cuve en plastique de 70x45cm remplie d'eau
- Amplificateur haute tension **Spellmann®** modèle : MPS 30 N 10 / 24
- Support pour les électrodes :
 - Plaque PMMA percée de trous disposés aléatoirement
 - Électrodes de laiton (pastilles $\phi = 14mm$) disposées dans les trous et reliées au même potentiel
- Pot vibrant et batteur pour générer les ondes de surface
- Caméra Basler ac1300-200uc

2.2 Méthodes expérimentales

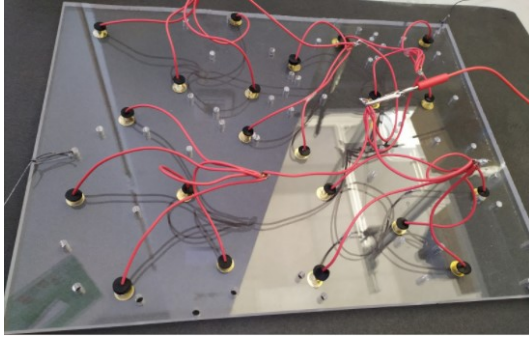


FIGURE 7 – Support avec les électrodes

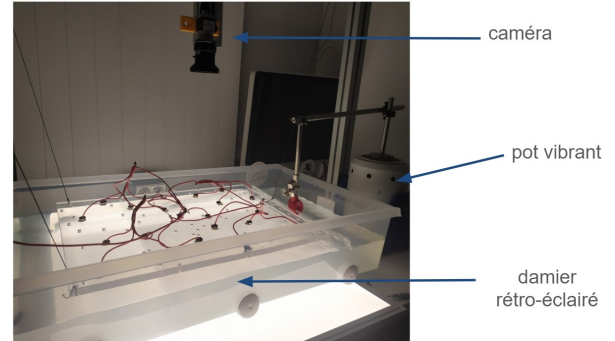


FIGURE 8 – Bassin avec la plaque suspendue

On fixe les électrodes de laiton de 14mm de diamètre dans la plaque de PMMA transparente aléatoirement percée de trous. Les électrodes sont toutes reliées au même potentiel et les fils sont rassemblés de manière à obstruer le moins possible la vue à travers la plaque. Une cuve remplie d'eau est disposée au dessus d'un damier rétro éclairé et on suspend le support avec les électrodes parallèlement à la surface de l'eau, à une distance de 1cm. On applique une différence de tension d'une dizaine de milliers de volts entre les électrodes de la plaque et la masse plongée dans l'eau. L'eau se soulève à l'établissement de la tension. On fait attention à se placer à une tension inférieure à la tension de claquage. On génère des ondes à la surface de l'eau à l'aide du batteur monté sur le pot vibrant relié à une générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale à 9Hz. La caméra Basler ac1300-200uc est fixé au dessus de la cuve et filme les distorsions apparentes du damier sous la cuve au passage des vagues. Grâce à des codes Matlab (écrits par Sander Wildeman et disponibles sur <https://github.com/swildeman/fcd>), à partir de ces distorsions du damier, on remonte aux variations de hauteur d'eau au passage des vagues.

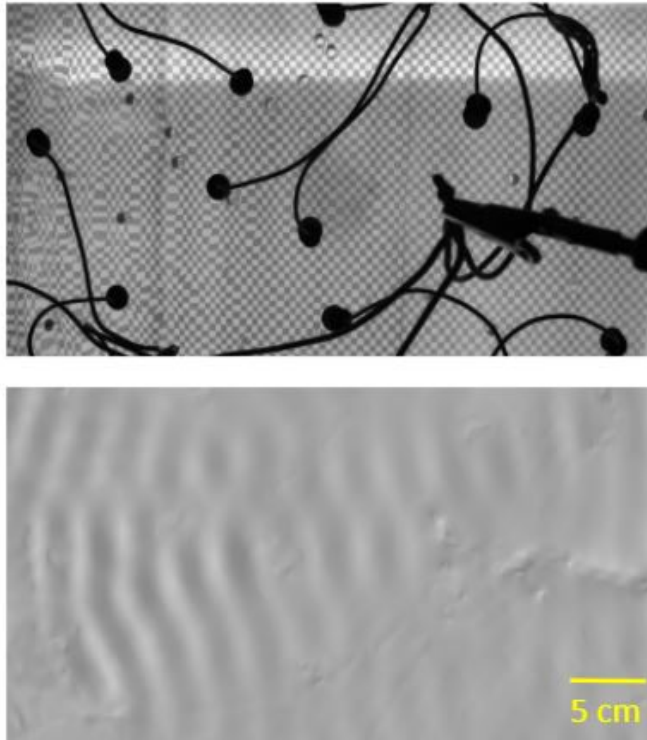


FIGURE 9 – Détermination de la hauteur d'eau à partir des distorsions du damier