

# Méthodes et Protocoles

## Bulles gelées

Marine BERNÈDE, Wayan FONTAINE & Michella KHOURY DAMAA

4 Juin 2018

### 1. Etude empirique de la stabilité des bulles de savon

#### 1.1 But, intérêt et objectifs

Dans le cadre de notre PSE sur le gel des bulles et des films de savon, nous nous devons d'avoir des bulles d'une grande stabilité dans le temps et d'une grande durée de vie afin de pouvoir réaliser des mesures sur le gels des films sur de très longues durées. On étudiera, ici, notamment, l'influence du glycérol sur la stabilité de la bulle pour des bulles de volumes différents.

#### 1.2 Matériel

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Un ensemble de verrerie :
  - Un cristalliseur (environ 500 mL)
  - Un ensemble de béchers gradués
  - Une éprouvette graduée
- Eau distillée
- Glycérol végétal
- Liquide vaisselle (Sanéole Professionel)
- Plaque de cuivre d'au moins 5cm × 5cm
- Seringue graduée de 50 mL
- Chronomètre

#### 1.3 Protocole

La quantité de surfactant (liquide vaisselle) avait été déterminée auparavant (eviron 10 à 15 mL pour 100 mL d'eau distillée). Cela nous place au delà de la concentration micellaire critique et maximise ainsi la concentration de surfactant libre dans l'eau. On étudie ici, l'influence de la quantité de glycérol en tant que stabilisant des bulles ainsi que l'effet d'ajout d'amidon de maïs (sous forme de **Maïzena**).

### 1.3.1 Effet du glycérol

On fixe une solution référence contenant 100 mL d'eau et 12 mL de liquide vaisselle à laquelle seront ajoutées différentes quantités de glycérol. On mesure alors le temps de vie pour différents volumes de bulles créés à l'aide de la seringue graduée. On mesure alors le temps de vie des différentes bulles créées. Le temps de vie des bulles est estimé par la moyenne de 3 essais par solution et volume de bulle.

Le protocole suivant est le suivant :

- Préparation du mélange dans un bécher ou un cristalliseur
- Dépot d'une fine couche de la solution sur la plaque de cuivre
- Réalisation de la bulle à l'aide de la seringue
- Mesure du temps de vie

### 1.4 Effet de l'amidon de maïs

Une seconde série de mesures a été réalisée avec l'ajout d'une spatulée de **Maïzena**. Les mesures ont été identiques avec la mesure du temps de vie pour différents volumes de bulles à volume de liquide vaisselle fixé et de glycérol fixé.

#### Notes importantes

- La marque du liquide vaisselle impactera fortement la quantité nécessaire et le temps de vie des bulles.
- L'ajout d'amidon de maïs a été, dans la suite de nos expériences, abandonné. En effet, les particules d'amidon introduisaient des problèmes de stabilité lors du gel des bulles.

## 2. Etude de la cinématique du gel des films de savon

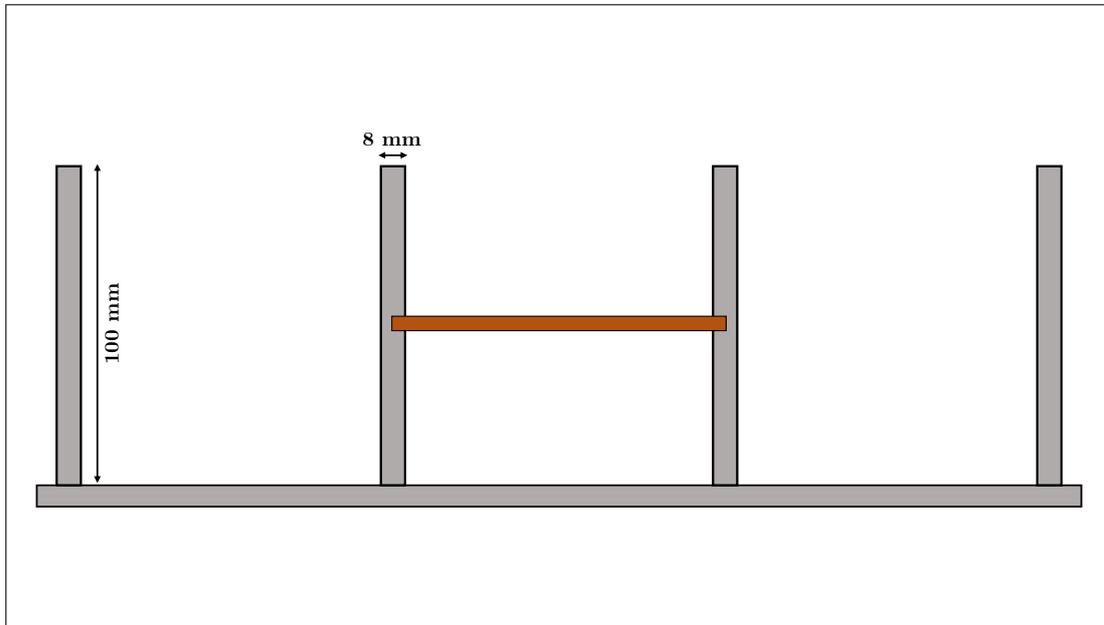
### 2.1 But, intérêt et objectifs

Nous, avons, dans cette expérience, essayé de visualiser la cinématique du gel de films de savon pour la confronter avec la théorie. L'étude du phénomène à deux dimensions permet de s'affranchir de nombreuses difficultés expérimentales lors de l'étude des bulles à proprement parler.

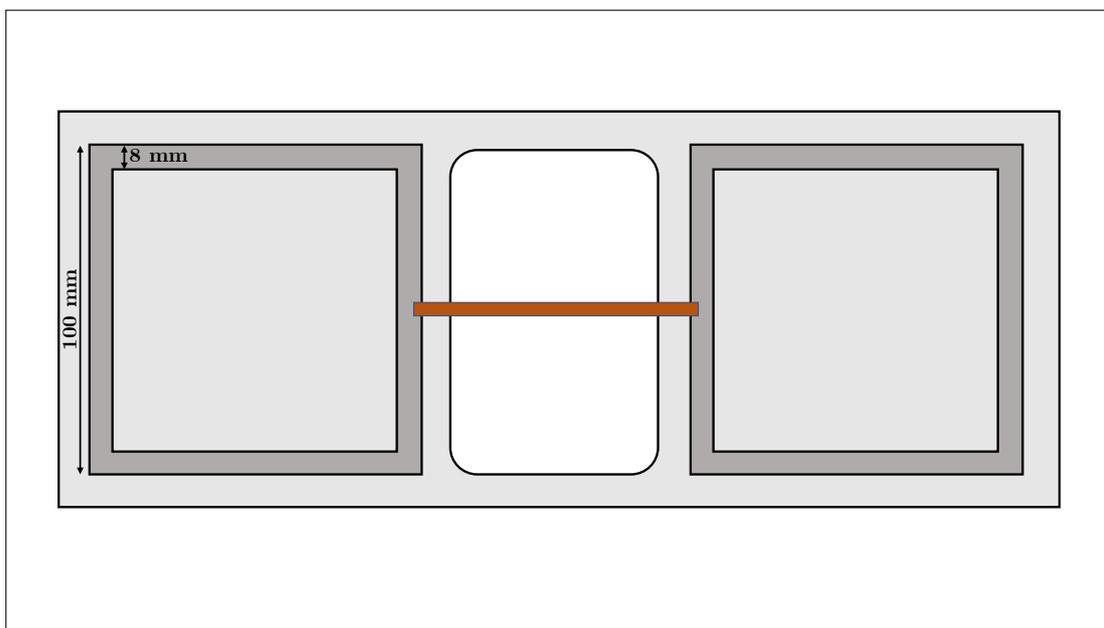
Nous avons, dès lors, réalisé un montage permettant l'étude du gel des films à deux dimensions. Nous avons, par le passé, réalisé de multiples montages et expériences et cette dernière est celle ayant présenté les résultats les plus concluants.

## 2.2 Montage

Nous présentons le montage réalisé en figures 2.1a et 2.1b. Ce montage est réalisé en **Duralumin** afin de permettre une bonne conductivité thermique de l'ensemble.



(a) Vue de côté du montage avec montage du cadre en horizontal



(b) Vue de dessus du montage avec montage du cadre en vertical

FIGURE 2.1 – Vue de côté et de dessus du montage avec les deux possibilités pour le montage du cadre en cuivre et quelques côtes approximatives.

On y repère les deux compartiments servant pour le bain d'acétone/carboglace ou la carboglace seule et les rainures (et le cadre en cuivre, présenté en figure 2.3) pour le montage du cadre en cuivre.



FIGURE 2.2 – Photographie du montage en cours d'assemblage

On a, également, une ouverture, visible sur le schéma présentant la vue de dessus en figure 2.1b, créant un couloir optique nécessaire à la visualisation du gel du film de savon.

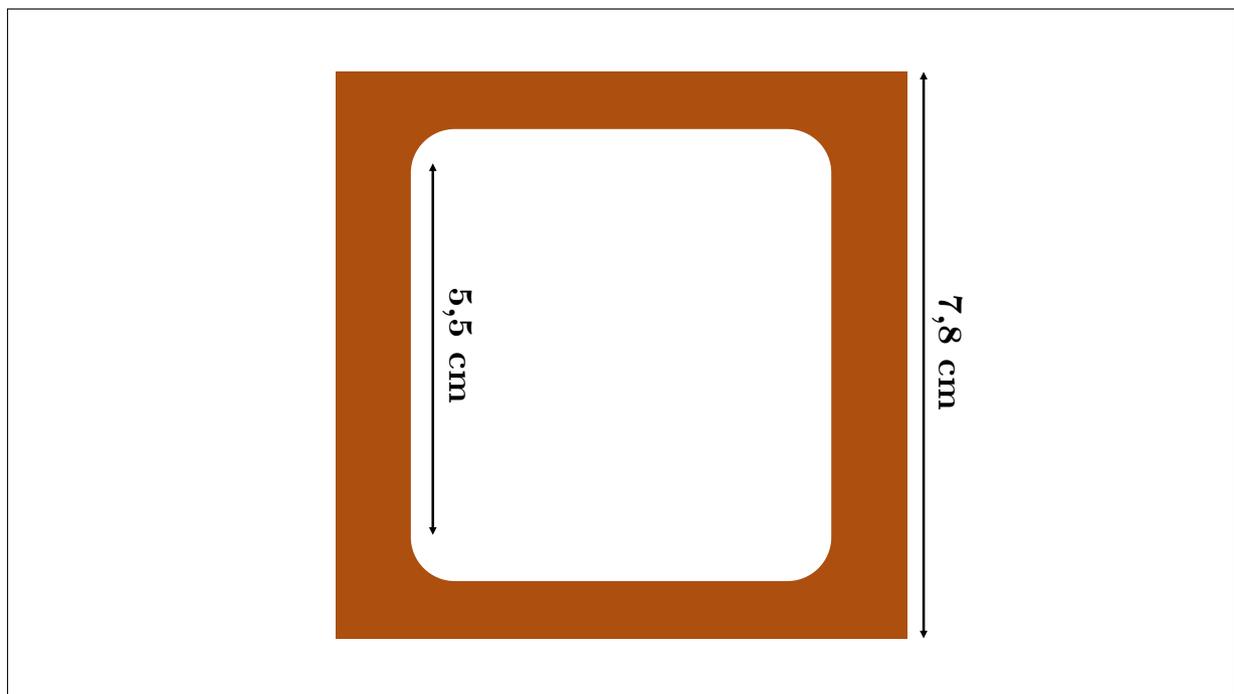


FIGURE 2.3 – Schéma du cadre utilisé pour la réalisation des films de savon

Les deux bains sont étanchéifiés à l'aide de joints silicone en compression et de joints au niveau des jointures afin d'éviter toute fuite d'acétone et de s'assurer de l'étanchéité à basse température.

Sur les bords des deux bains, un ensemble de trous taraudés ont été réalisés afin de permettre la mise en place de thermocouple pour la mesure de température des bains.

Les bords intérieurs du cadre ont été poncés à l'aide de papier de verre afin de s'assurer de la stabilité du film de savon.

## 2.3 Matériel

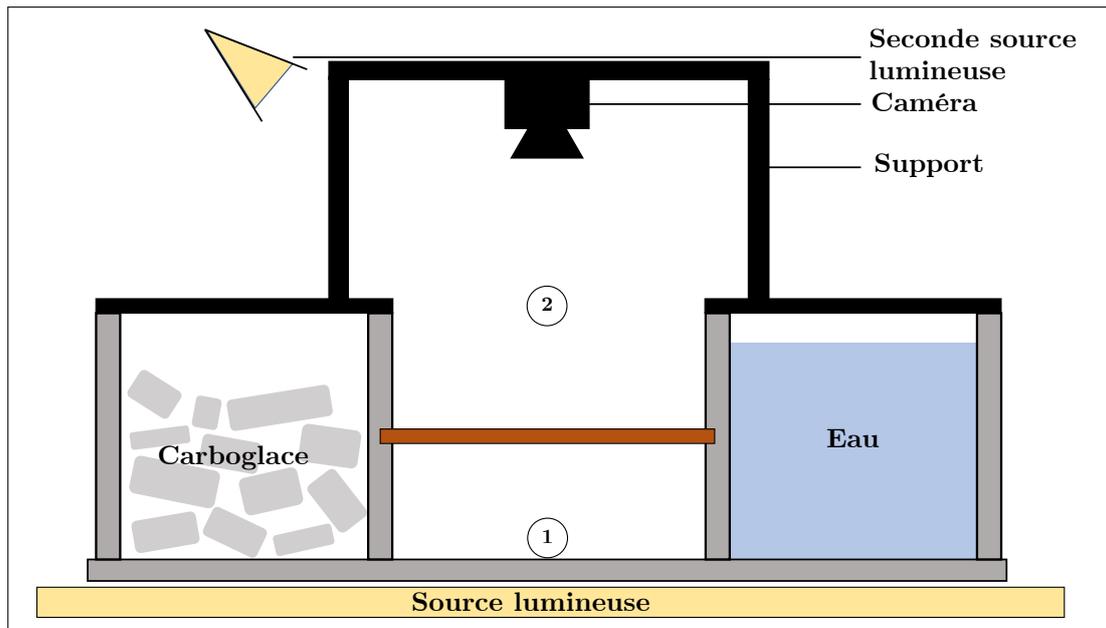
Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Montage réalisé avec ajout d'une camera :
  - Montage présenté en partie 2.2
  - Le cadre en cuivre présenté en figure 2.3
  - Une camera **BASLER** référence DCC1645C-HQ avec un objectif macro et ordinateur et le logiciel fourni avec la caméra
  - Un système pour le montage de la caméra
  - Une petite plaque de plexiglass (environ 8 cm × 8 cm)
- Un ordinateur avec les logiciels **ImageJ** et **MatLab**
- Un cristalliseur
- 100 mL de solution présentée en partie 1
- Carboglace
- Acétone

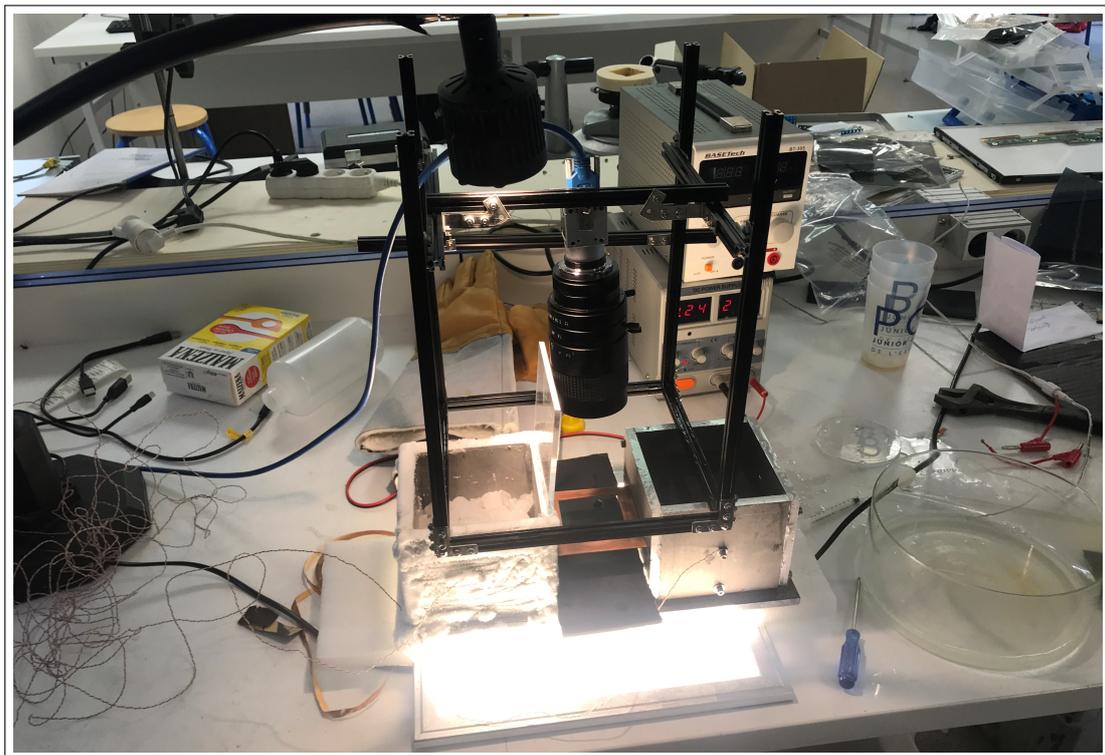
## 2.4 Protocole

Nous avons ajouté au montage usiné une caméra montée sur un support ; le dispositif utilisé est présenté en figures 2.4a et 2.4b.

Dans un bain est placée de la carboglace (ou un mélange d'acétone/carboglace) et dans l'autre, de l'eau à une température donnée. Afin d'améliorer le contraste, une plaque noire est placée en position 1 ; une partie de la lumière passe alors sur les côtés de l'obstacle et la source secondaire produit la majorité de l'éclairage nécessaire. Il est également possible de placer des polariseurs en positions 1 et 2 (combinaison polariseur/analyseur). Afin d'éviter que l'air froid en provenance de la carboglace ne vienne perturber le film de savon, une petite plaque en plexiglass est posée sur le bord de la cuve contenant de la carboglace. Cette plaque en plexiglass vient également dissiper la chaleur en provenance de la lampe afin que ce flux thermique ne vienne perturber le gel du film.



(a) Schéma simplifié du dispositif expérimental



(b) Photographie du montage lors d'une manipulation

FIGURE 2.4 – Dispositif expérimental utilisé lors des expériences

Après avoir rempli chacun des bains, le protocole à suivre pour la réalisation des mesures est le suivant :

- Le cadre est plongé puis retiré du cristalliseur afin de créer un film de savon
- Le cadre est inséré dans la rainure du dispositif entre les deux cuves
- L'acquisition est lancée sur l'ordinateur à l'aide du logiciel de la caméra
- Traitement des données

En amont, il est important de veiller à la bonne focalisation de l'image et aux paramètres d'obturation, d'ouverture du diaphragme et d'éclairement au niveau de la caméra afin de s'assurer d'un bon contraste. On mesure également la température des deux bains à l'aide des thermocouples placés au niveau des trous taraudés

Le traitement des images se fait en deux parties :

- Traitement en stack des images à l'aide de **ImageJ** : réalisation d'un rognage et optimisation du contraste et du seuil de binarisation en vue de la binarisation des images. On réalise alors, par la suite la binarisation de l'image sur ce même logiciel.
- Traitement de la séquence d'images (stack) sur **MatLab** à l'aide, notamment, de la fonction `regionprops()` (Le programme utilisé est fourni en annexe)

Notes importantes

- Le montage réalisé présenté en figure 2.1 est disponible en salle de PSE de physique. Dans le cas où ce dernier aurait disparu, les quelques côtes approximatives annotées sur les schémas en figures 2.1a, 2.1b et 2.3 sont suffisantes pour en fabriquer un nouveau équivalent.
- Les coins intérieurs du cadre en figure 2.3 se doivent d'avoir une certaine courbure afin de s'assurer d'une bonne stabilité et durée de vie du film de savon. Des coins en angle droits engendrent un film de savon peut stable dans le temps et avec une faible durée de vie.
- Le code **MatLab** pour l'analyse des images suit le schéma du code disponible dans les téléchargements en annexe.

Marine Bernède, Wayan Fontaine & Michella Khoury-Damaa, Élèves-ingénieurs en  
deuxième année à l'**ESPCI Paris**,  
*Juin 2018*