

# **Manip Qualitative sur les lames de savon**

**Référence :** Polycopié de TP – Série 3 – Phénomène de Transport et Capillarité

On peut utiliser une webcam et un vidéoprojecteur pour rendre l'expérience visible de loin

## **Rappels sur les tensioactifs :**

Un tensioactif (exemple molécule de savon) a une tête polaire (hydrophile) qui aime l'eau + une queue apolaire (hydrophobe) qui fuit l'eau. En solution, ces molécules vont chercher à réduire l'énergie de surface : elles montent à la surface et s'orientent pour protéger leurs queues hydrophobes de l'eau.

Imaginons qu'on verse progressivement du savon dans l'eau :

- Faible concentration : Les tensioactifs s'installent à l'interface (surface). Donc plus on ajoute de tensioactifs, plus la tension de surface diminue
- Interface saturée : Plus de place en surface ! Les molécules en plus restent dans le volume. La tension de surface diminue encore un peu, mais plus lentement.
- Concentration micellaire critique (cmc) : Trop de tensioactifs donc ils forment des micelles (boules avec les queues au centre). La tension de surface ne diminue plus, car la surface est saturée et les nouveaux tensioactifs n'y vont plus.

Alors, pour un corps pur, la tension de surface  $\gamma$  est constante, peu importe la taille de la surface. Pour une solution avec tensioactif, elle reste aussi constante sauf si on fait varier l'aire tellement vite ou tellement fortement qu'on modifie la concentration localement (ex : en soufflant une bulle très fine très vite)

Mais dans notre cas, les expériences sont faites avec une concentration de savon > cmc → donc la surface est toujours saturée donc la tension de surface ne dépend pas de l'aire, et reste constante pendant tes manipulations

Dans cette expérience, on illustre la tension de surface comme force qui tend à minimiser la surface libre (ex : effet Marangoni).

Si je fais une lame de savon parfaitement propre, dans un cadre carré, et que les conditions aux bords sont identiques sur les 4 côtés, alors la lame de savon doit être invariante par les symétries du carré (ex. : réflexion, rotation 90°, etc.). Donc la symétrie de la lame doit respecter les lois de Curie (Les symétries des effets observés ne peuvent être inférieures à celles des causes = les phénomènes physiques observés ne brisent pas spontanément la symétrie du système sauf pour un phénomène de type transition de phase). Exception : si je pince, incline ou chauffe un bord → je casses la symétrie donc la forme de la lame ne respectera plus les lois de Curie.

Pk quand je pince, les lames "s'étirent" ? La lame de savon a une tension de surface constante. Elle cherche à minimiser son aire totale (principe de moindre énergie). Pour cela, elle tire sur les bords (ici les fils élastiques) ce qui provoque leur déformation. Si je pince la surface, je déplace une ligne de contact. Alors la surface se redéforme spontanément pour retrouver un équilibre, où les forces de tension de surface sur tous les points du bord s'équilibrivent.

## **Video 1**

## **Video 2**

# Manip 1 : Générateur de bulles - Loi de Laplace

Référence : Polycopié de TP – Série 3 – Phénomène de Transport et Capillarité

Loi de Laplace est une loi générale de la tension superficielle. On propose de la vérifier ici dans le cas d'une bulle de savon :  $\Delta P = \frac{4\gamma}{R}$  où R est le rayon de la bulle,  $\gamma$  la tension de surface et  $\Delta P$  la surpression à l'intérieur de la bulle.

1. Expérience qualitative : La grosse bulle «mange» la petite

2. Expérience quantitative :

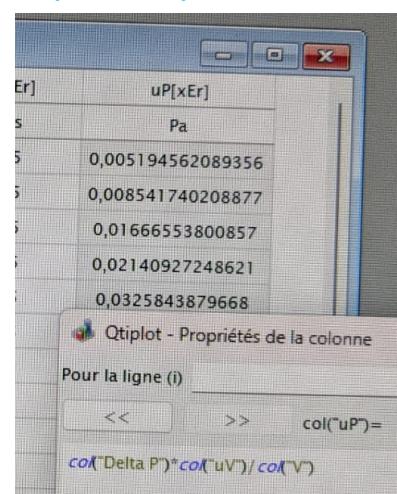
- Le capteur de pression différentiel dont l'une des entrées est à  $P_{atm}$
- On mesure le diamètre de la bulle du savon soit par le papier millimétré soit par la caméra et logiciel ImageJ.
- Mesurer le voltage pour différentes valeurs du rayon de la bulle (**en V Continu**)
- Le capteur délivre un signal de tension continu, affine en fonction de  $\Delta P$  donc sur Qtiplot transformer V en  $\Delta P$  par :  $\Delta P = 124.5 \times (V - V_{vide})$  avec  $V_{vide} = 2.26V$  (à mesurer avant de prendre les mesures)
- Tracer  $\Delta P$  en fonction de la courbure de l'interface  $R$  et en déduire la valeur de  $\gamma$  pour l'eau savonneuse.

## Incertitude voltmètre

### Selon calibre

TENSIONS PAR SECONDE					
TENSION D'ENTREE MAXIMALE:					
(mesure + mode commun) 1000 V max.					
TENSIONS CONTINUES:					
Calibre	Résolution	Précision $\pm(n\%L + mUR^*)$	Coeff. de Ture.	Résistance entrée	Protection
200mV	10 $\mu$ V	0,05 % + 3 UR	1E-4/K	10 M $\Omega$	1000Vc
2V	100 $\mu$ V	0,03 % + 1 UR	"	"	"
20V	1mV	0,05 % + 3 UR	1,5E-4/K	"	"
200V	10mV	"	"	"	"
1000V	100mV	"	"	"	"

## Propagation d'incertitude pour la pression



Par ex : ajouter 3 au dernier chiffre significatif qui apparaît à l'appareil à ce calibre

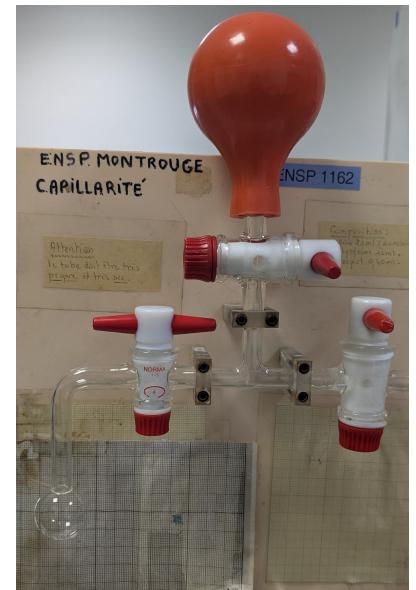
### Le savon qu'on utilise

Composition ;  
 - eau 20ml. (du robinet)  
 - glycérine 10ml.  
 - teepol 0,40ml -

Ouvrir la voie du ballon +  
 1 voie et fermer l'autre voie



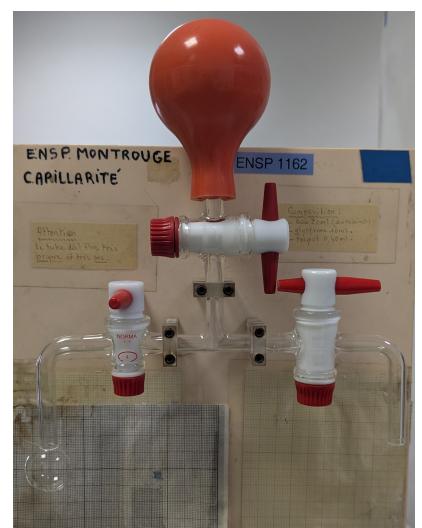
Après avoir gonflé une bulle, fermer le ballon



Vérifier qu'il n'y a pas de bout en bas de la bulle (sinon les enlever par les bords du récipient)

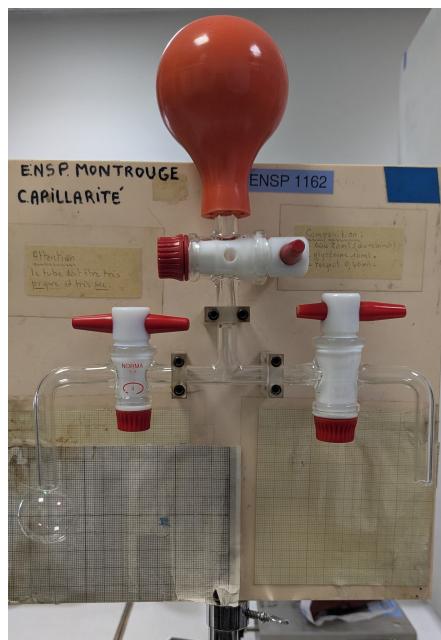


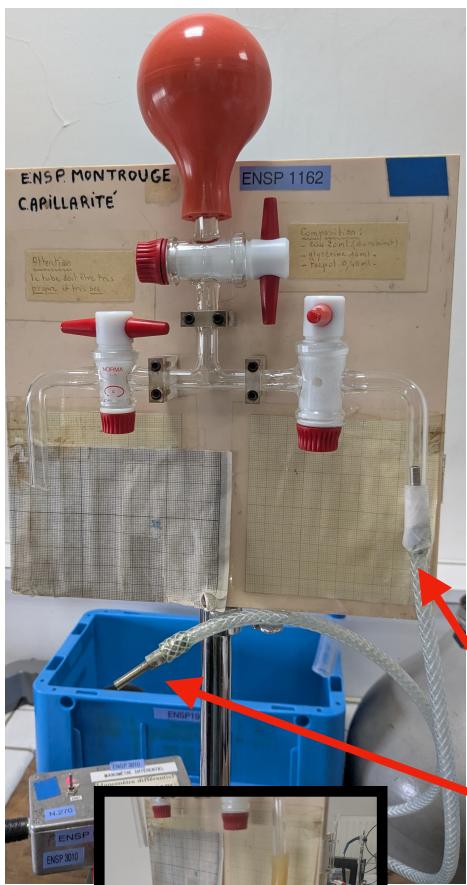
Fermer la voie 1 puis ouvrir  
 le ballon et la 2e voie



Après avoir créé la 2e  
 bulle on ferme le ballon.

On ouvre la voie 1 et là  
 la grande bulle mange la  
 petite





(BNC-banane) Vers Voltmètre



2 bananes vers alimentation (+12V et 0V)

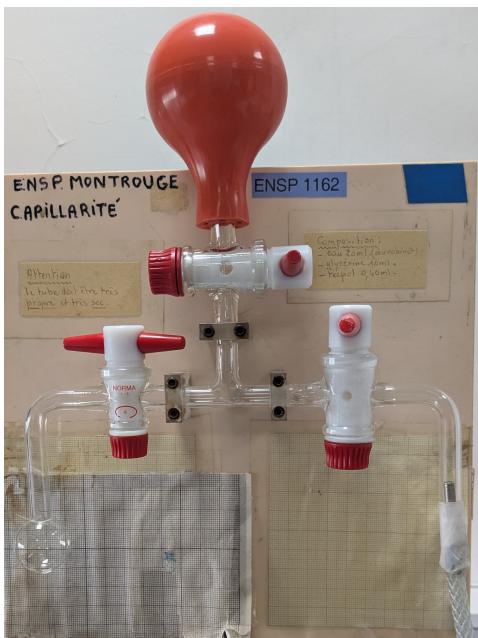


Mesurer différence de pression entre le générateur et l'air ambiant

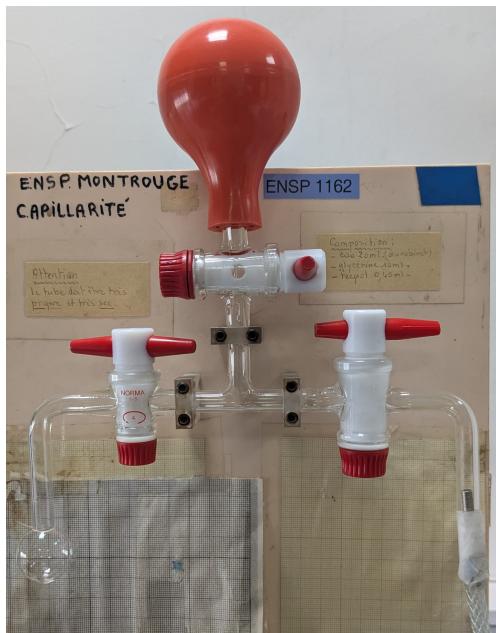


**Attention : il faut brancher le manomètre avec un tuyau pour minimiser les fuites d'air**

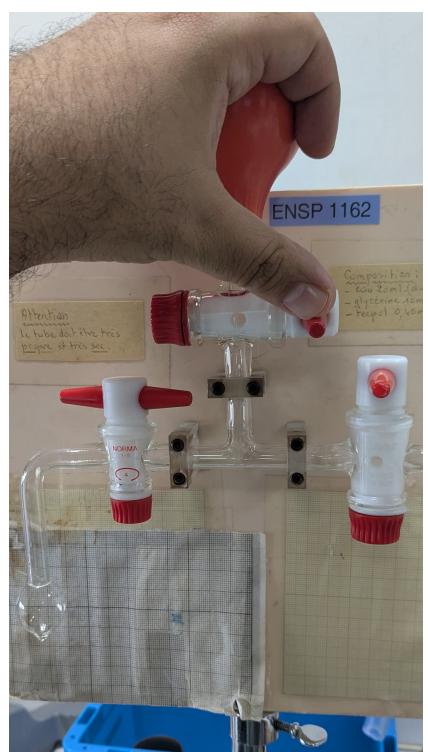
Ouvrir voie 1 et voie ballon pour créer la bulle puis fermer le ballon. Identifier le diamètre de cette bulle



Ouvrir voie 2 et noter le voltage (la pression)



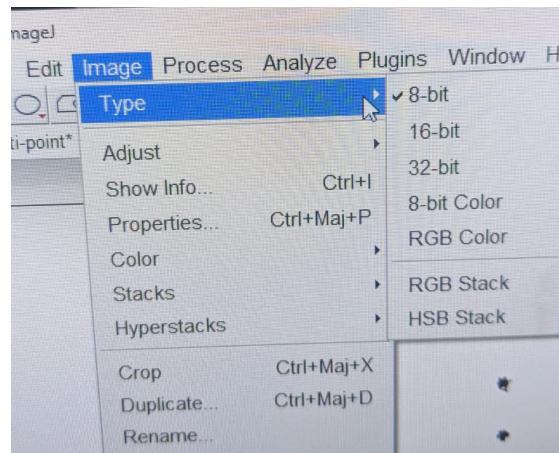
Fermer voie 2. Appuyer sur ballon en ouvrant sa voie pour changer diamètre bulle.  
Refaire mesure volt (pression)



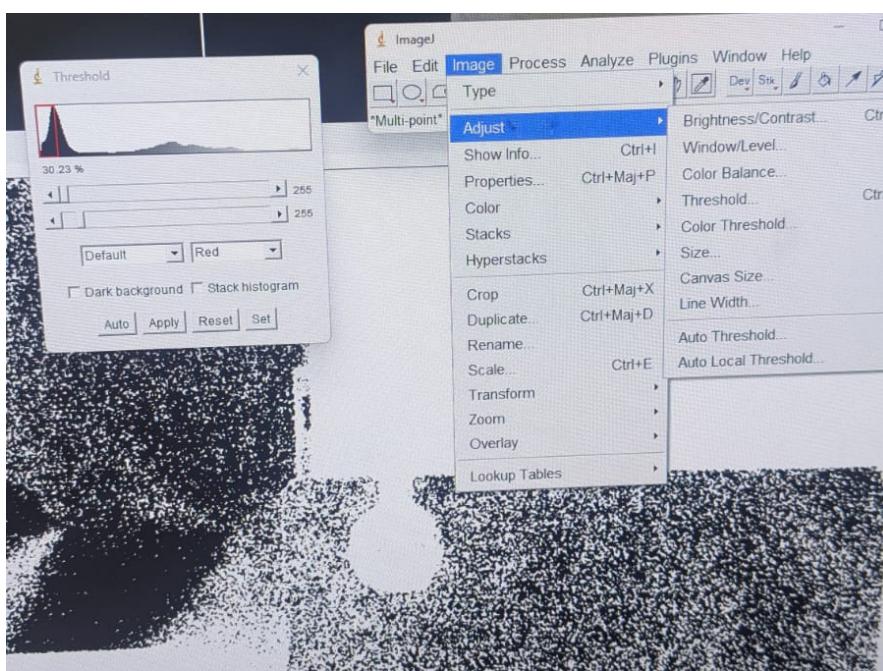
On peut aussi utiliser une camera



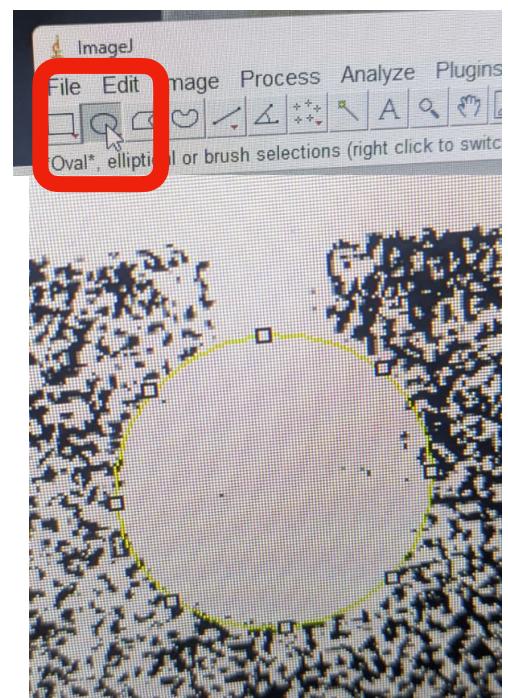
Logiciel ImageJ et choisir 8-bit



Adjust + Threshold ou Contrast

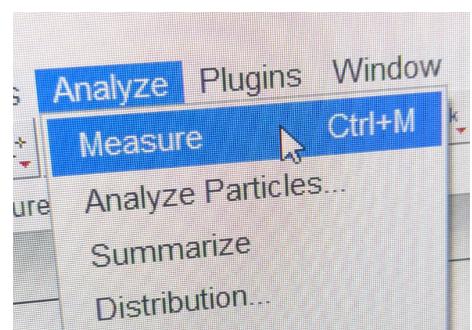
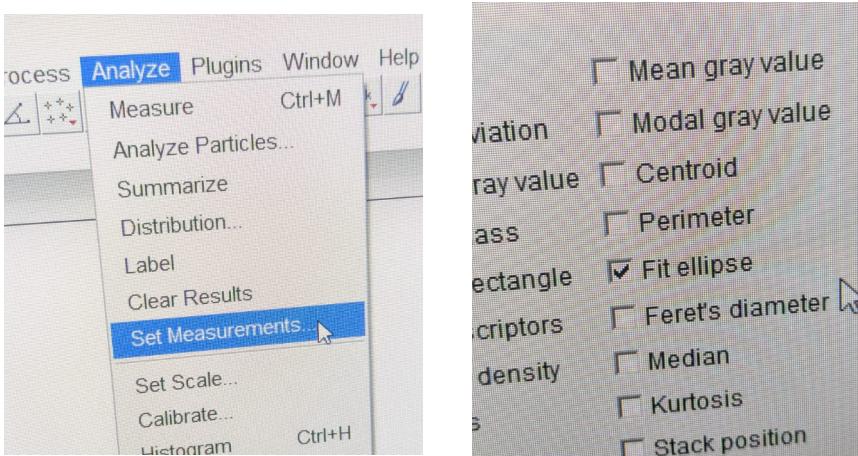


Dessiner cercle



Définir le cercle que c'est une ellipse et  
mesurer les paramètres

On obtient Major (axe 2a) et Minor (axe 2b)  
Puisque c'est un cercle donc les 2 = diamètre



Results			
	Major	Minor	Ang
1	134.0256	134.0256	0