



Analyse des Interactions Eau-Surface via Traitement d'Image

Assia Choukhmane
Chaymae Dahassi

2023/2024

Plan

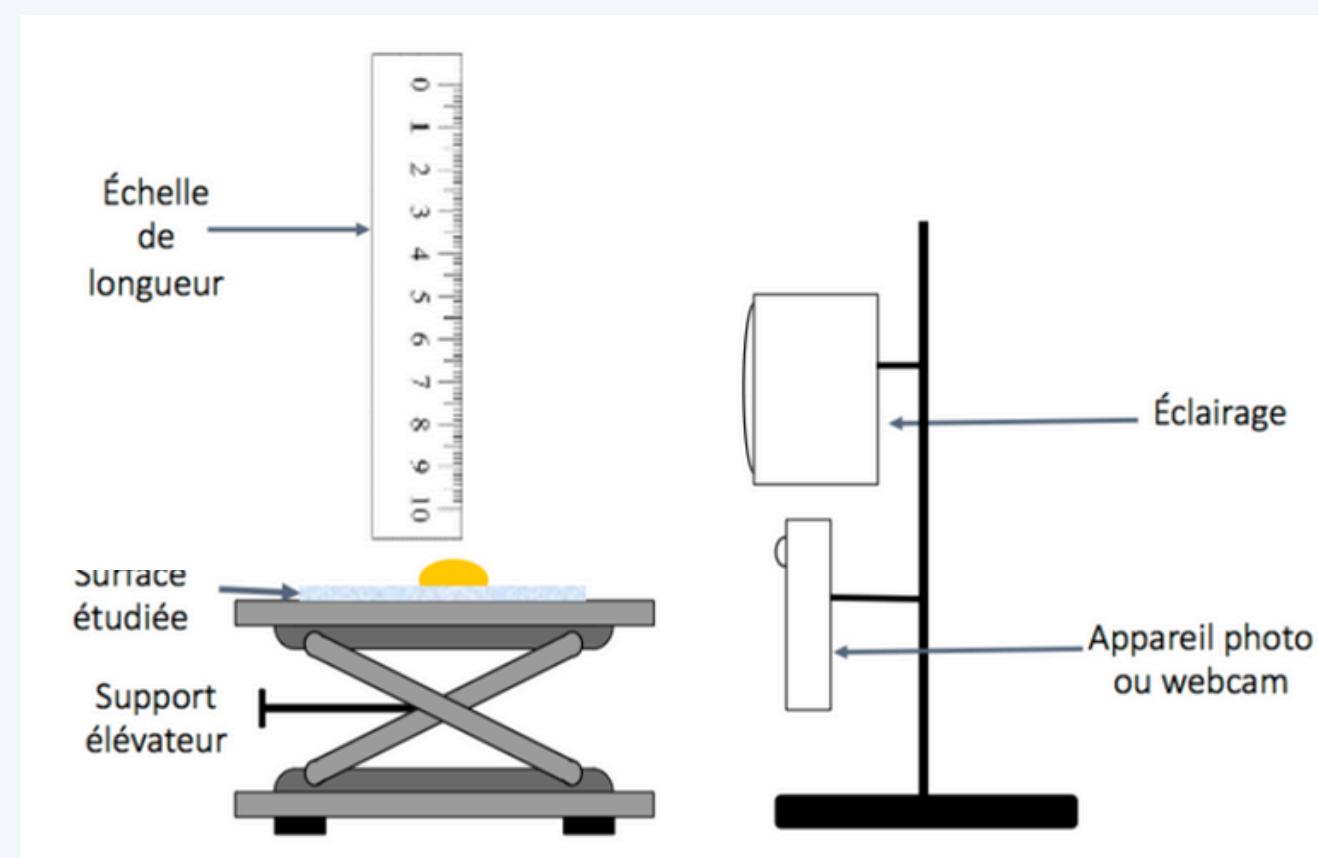
1. Introduction
2. Objectifs
3. Problème
4. Méthodologies
5. Résultats
6. Déploiement
7. Conclusion

1. Introduction

- Contexte : projet de recherche en partenariat entre 3 Laboratoires de recherche : LTDS, MATEIS et LIRIS
- Problématique : analyser les interactions eau-surface au niveau microscopique afin d'évaluer l'hydrophobie de certains matériaux.
- Notre projet : traitement d'image pour caractériser l'hydrophobie.

1. Introduction

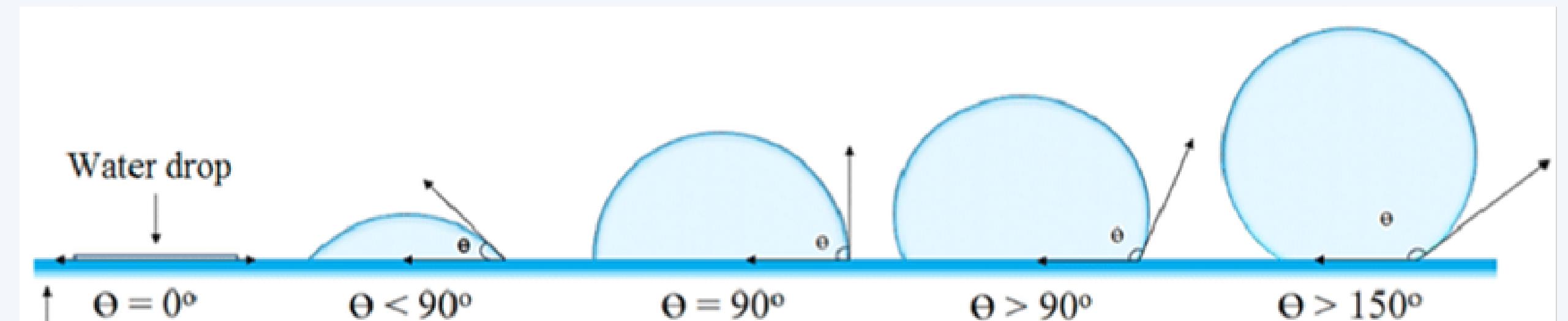
Exemple de protocole expérimental



1. Introduction

Le **mouillage** correspond à l'étude de l'étalement des **liquides** sur des **solides**.

Le **mouillage** d'une goutte caractérise **son degré d'hydrophobie**.



$50^\circ - 90^\circ \rightarrow$ Hydrophile
 $<50^\circ \rightarrow$ Superhydrophile

$90^\circ - 150^\circ \rightarrow$ Hydrophobe
 $>150^\circ \rightarrow$ Super hydrophobe

1. Introduction

APPLICATIONS DES SURFACES HYDROPHOBES



Auto-nettoyage

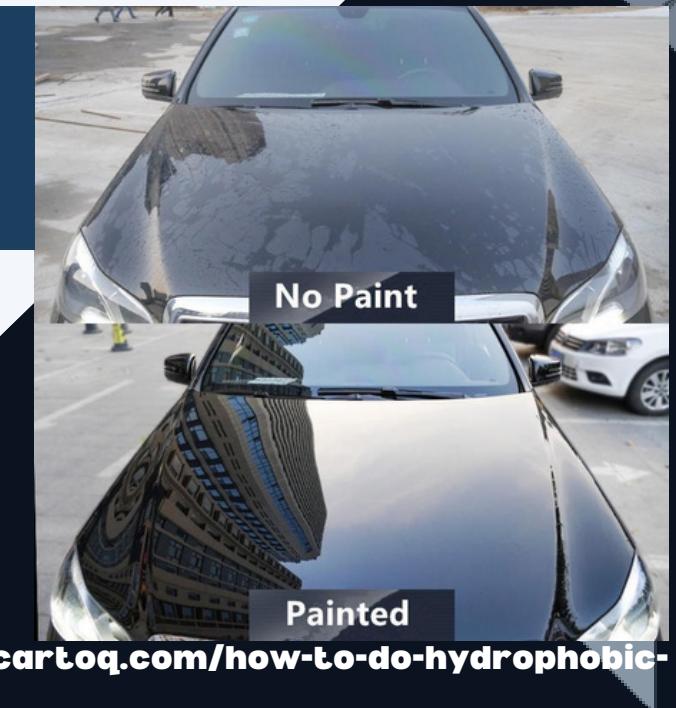
Source : <https://www.rs-detailing.fr/quel-traitement-anti-pluie-choisir-pour-le-parabrisa-de-votre-voiture/>



Anti-givrage
et anti-glace

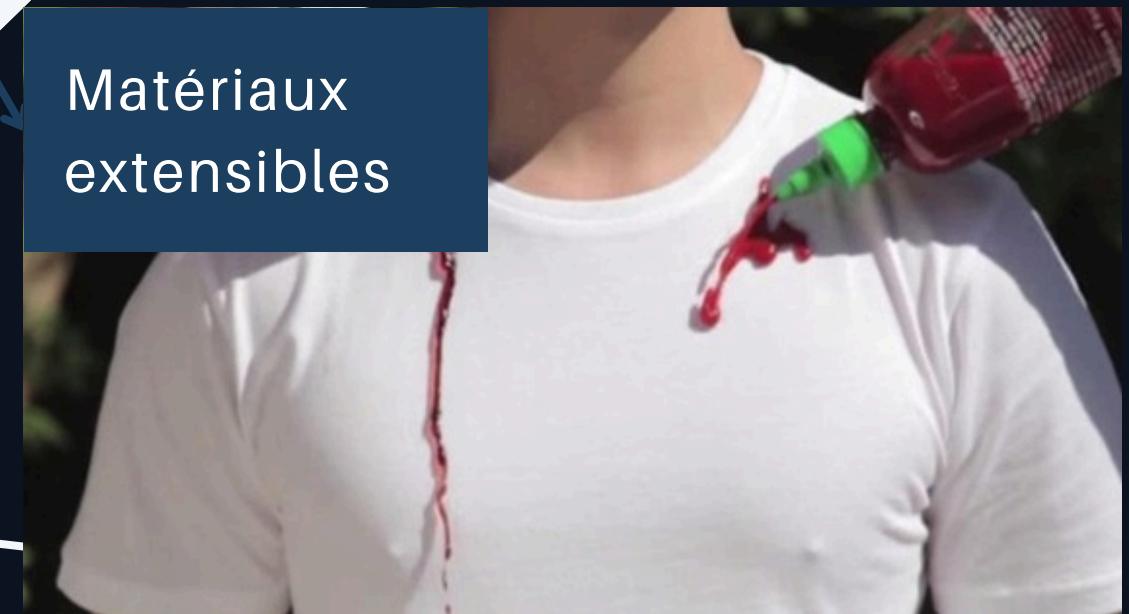
Source : <https://www.lille.aeroport.fr>

Anti-corrosion



Source : <https://www.cartoq.com/how-to-do-hydrophobic-coating-at-home/>

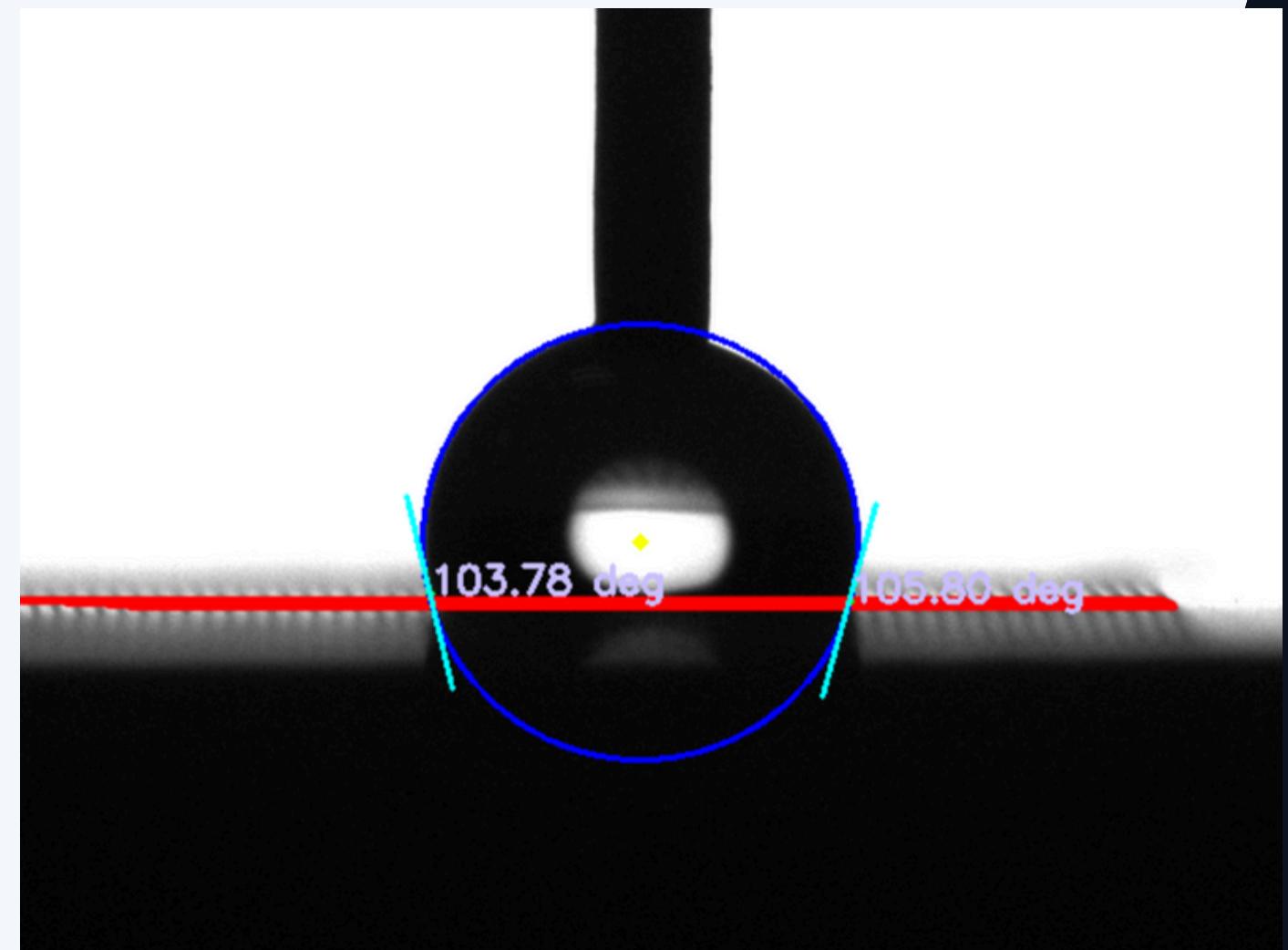
Matériaux extensibles



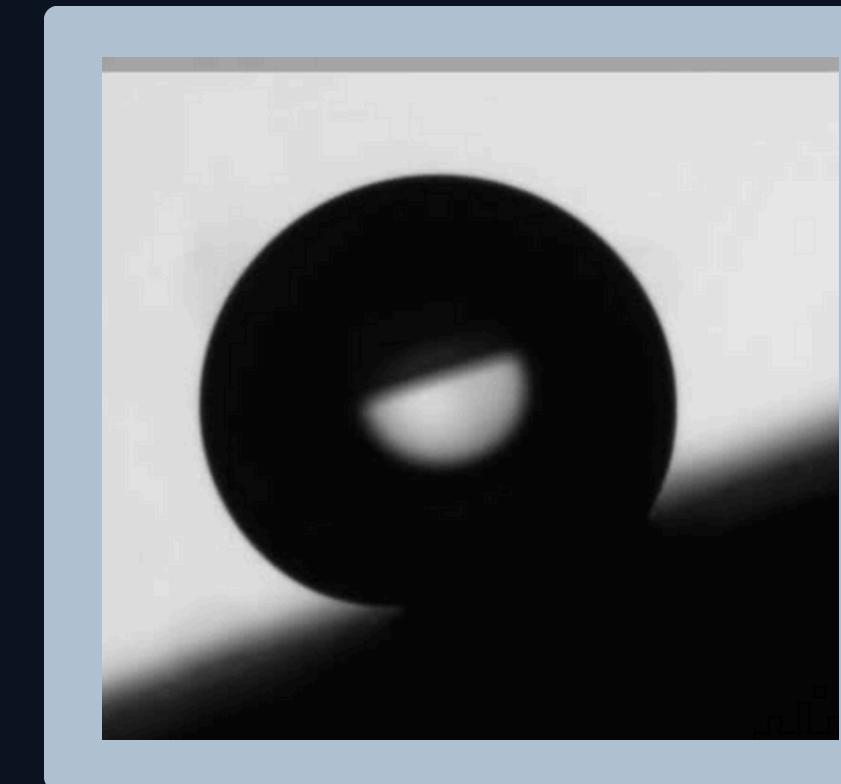
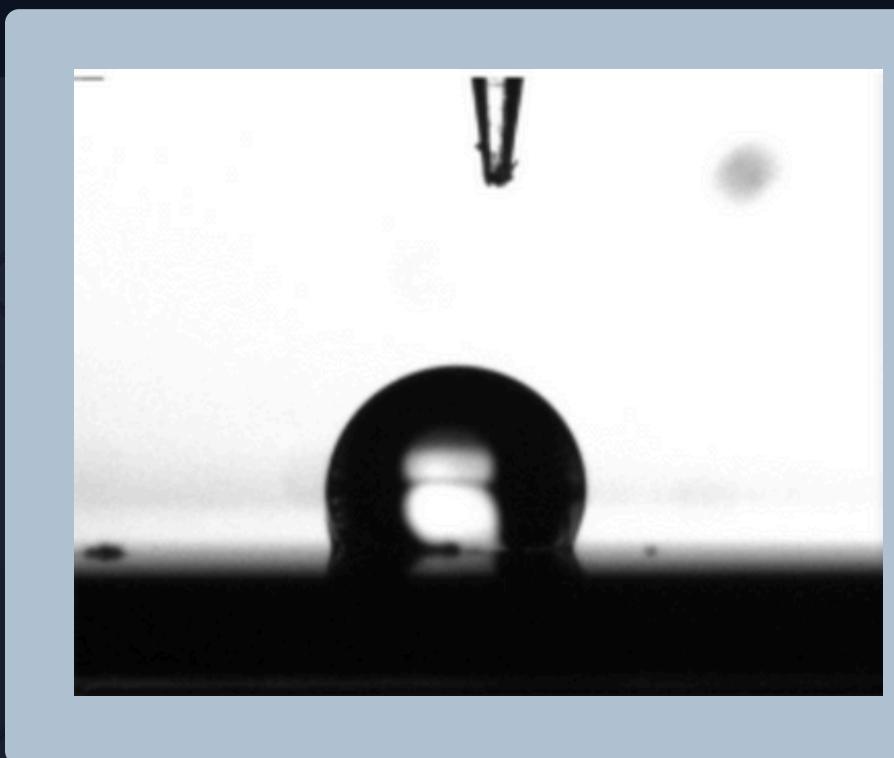
Source : <https://www.airofmeaty.fr/>

2. Objectifs

- 1 Déetecter la goutte d'eau et son support
- 2 Calculer l'angle de contact



3. Difficultés



1. Problème de reflet dans l'image
2. Imperfections ou complexité du support

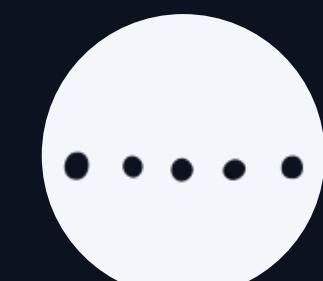
4. Méthodologies



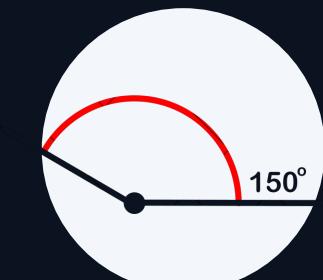
Prétraitement des images



**Détection de la goutte
et son support**



**Identification des points de
contact**



Calcul de l'angle de contact



4. Méthodologies

4. 1. Prétraitement des images : Binarisation par Otsu

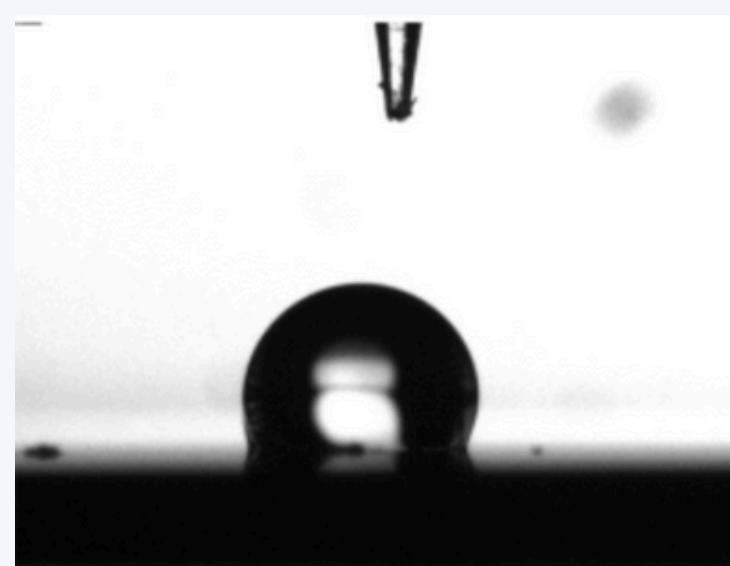


Image originale

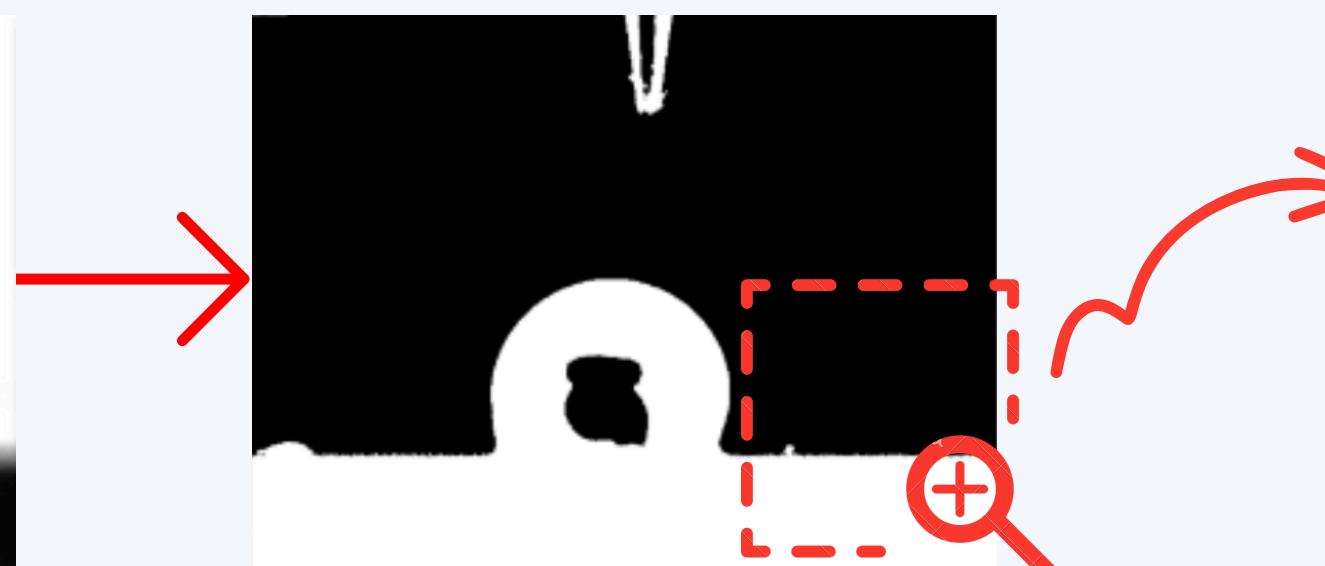


Image après Otsu



Bruit et imperfections



Bruit réduit

+ median
blur 11*11

4. Méthodologies

Choix du filtrage médian de taille 11*11

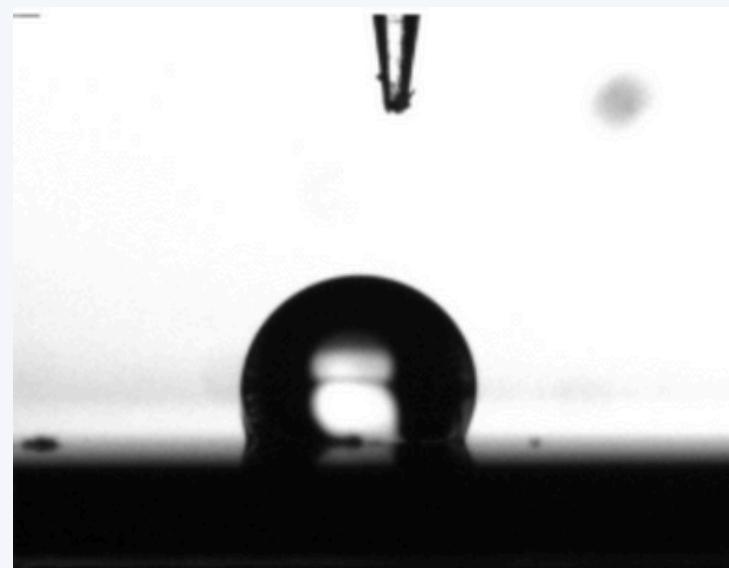


Image originale



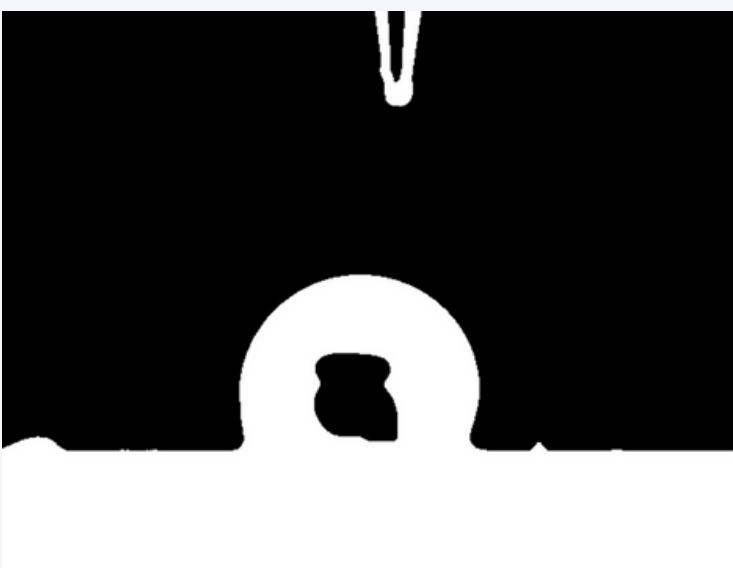
Otsu + median blur 3*3



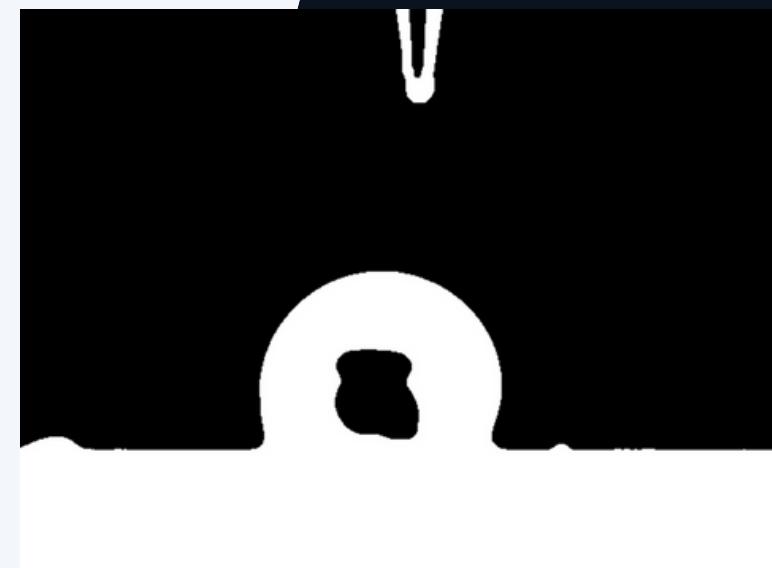
Otsu + median blur 5*5



Otsu + median blur 7*7



Otsu + median blur 9*9



Otsu + median blur 11*11

4. Méthodologies

Choix du filtrage médian de taille 11×11

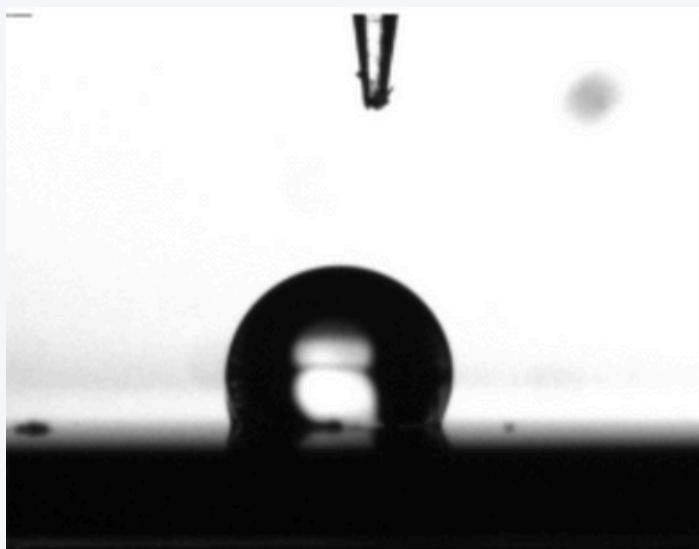


Image originale



Otsu + median blur 3×3



Otsu + median blur 5×5



Otsu + median blur 7×7



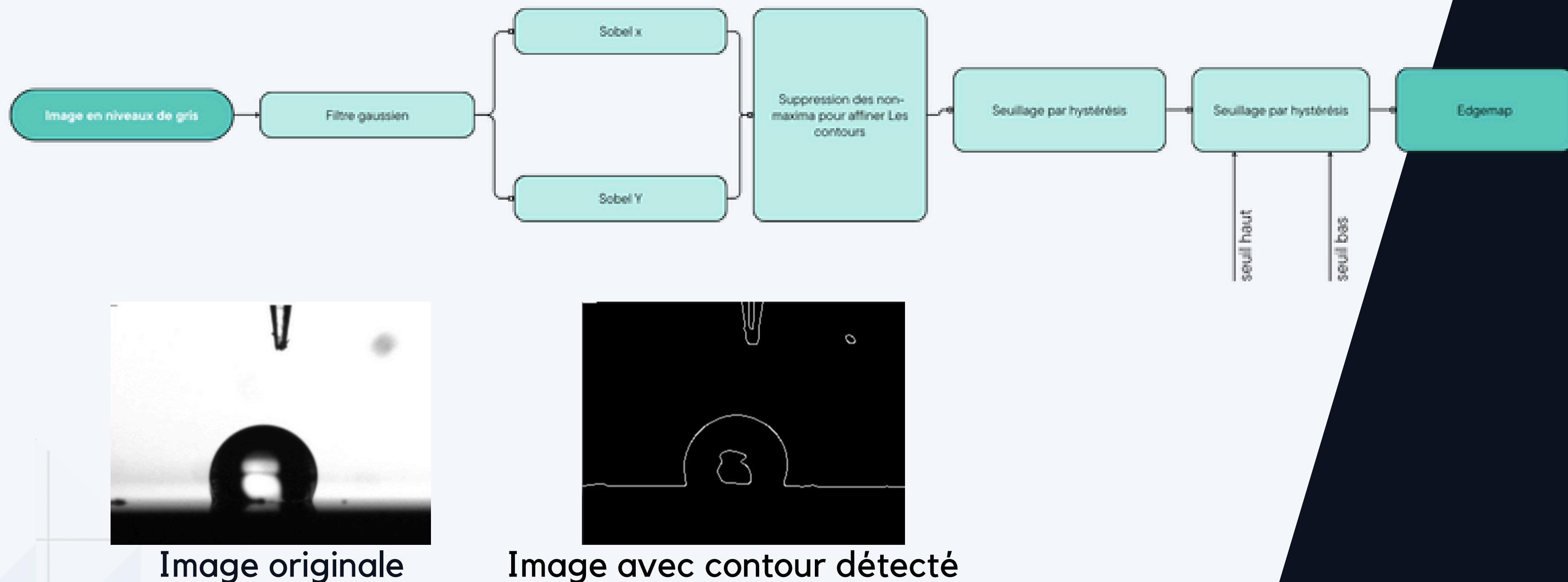
Otsu + median blur 9×9



Otsu + median blur 11×11

4. Méthodologies

4. 2. Détection de contours : Filtre Canny



4. Méthodologies

4. 2. Détection de contours : Filtre Canny Automatique

>>> calcul des seuils bas et hauts en fonction de la médiane des intensités de l'image multipliée par un facteur de sigma

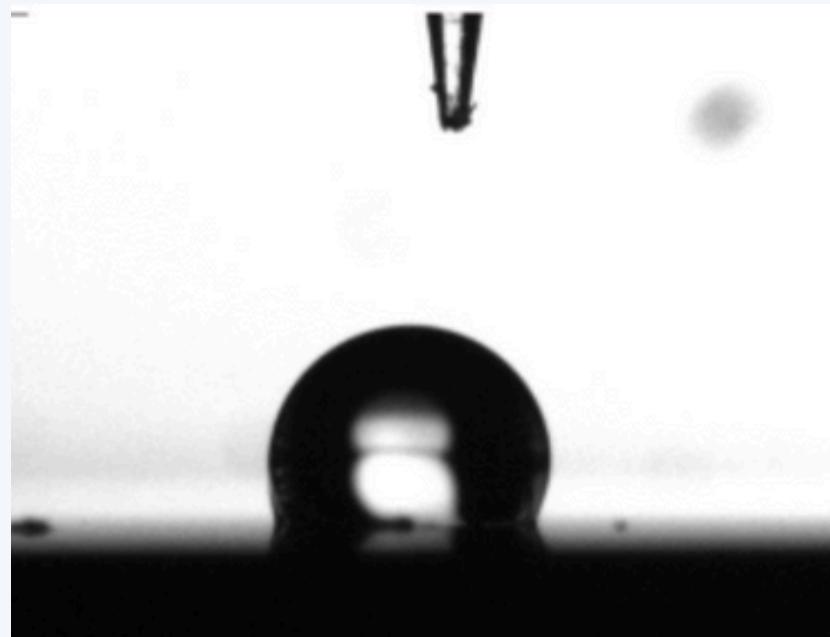
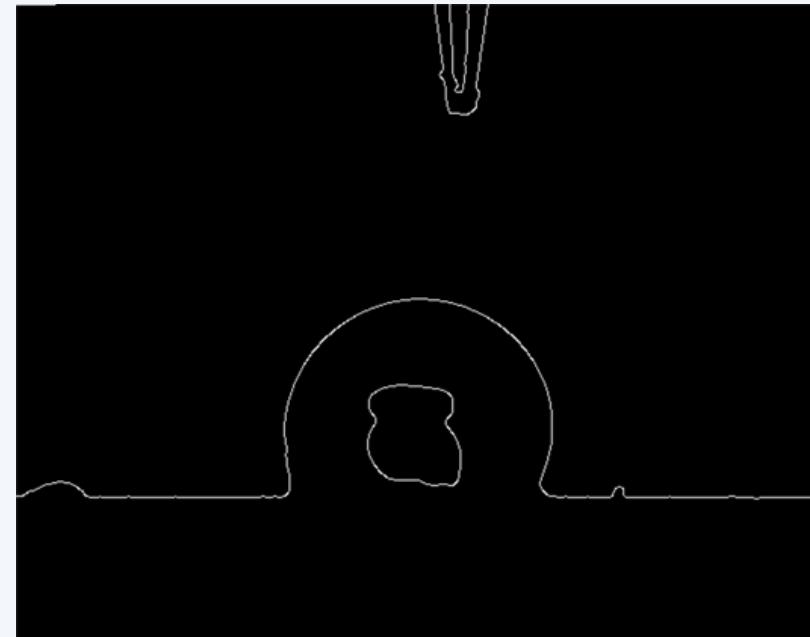
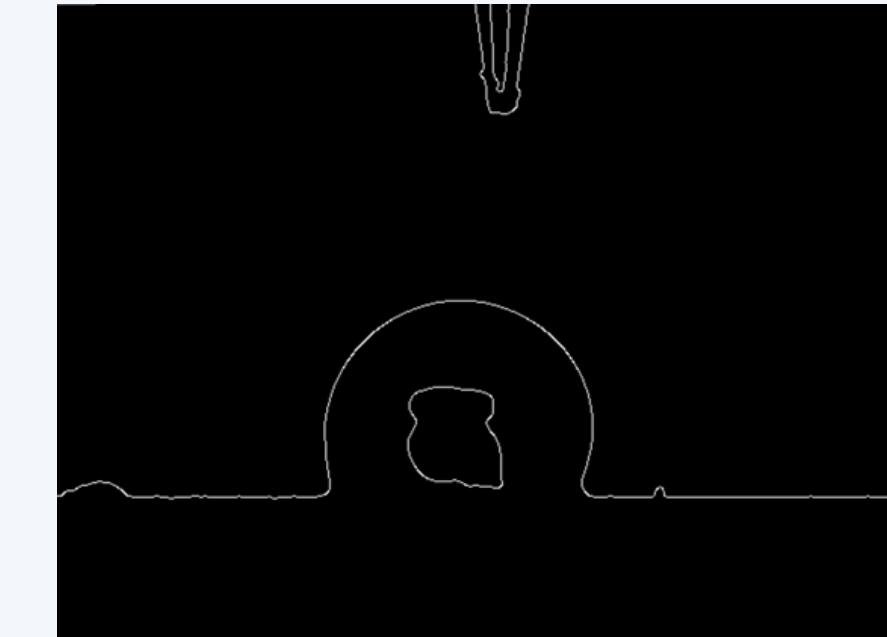


Image originale



Contours détectés par
auto-canny



Contours détectés par
Canny normal

4. Méthodologies

Choix du filtre Canny :

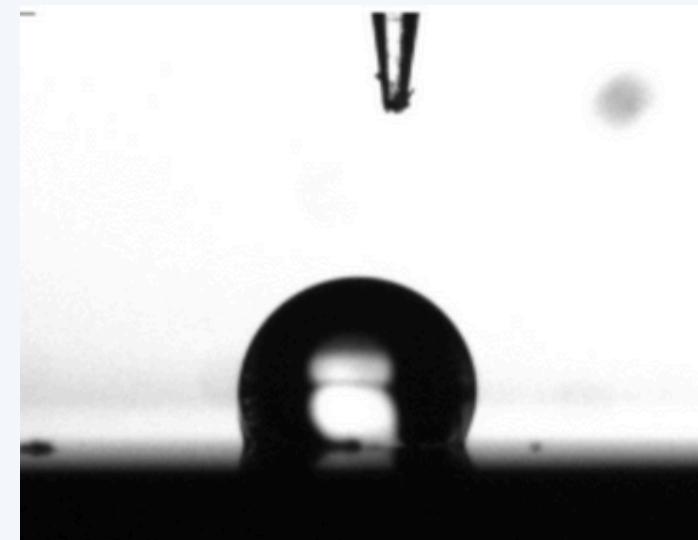
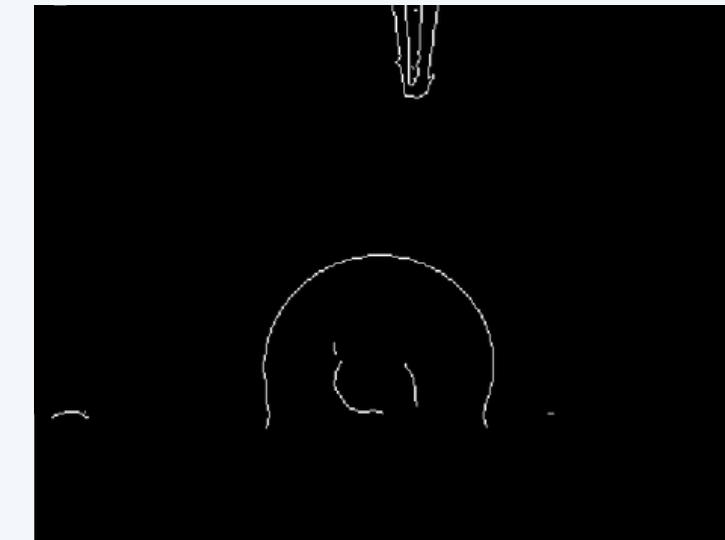
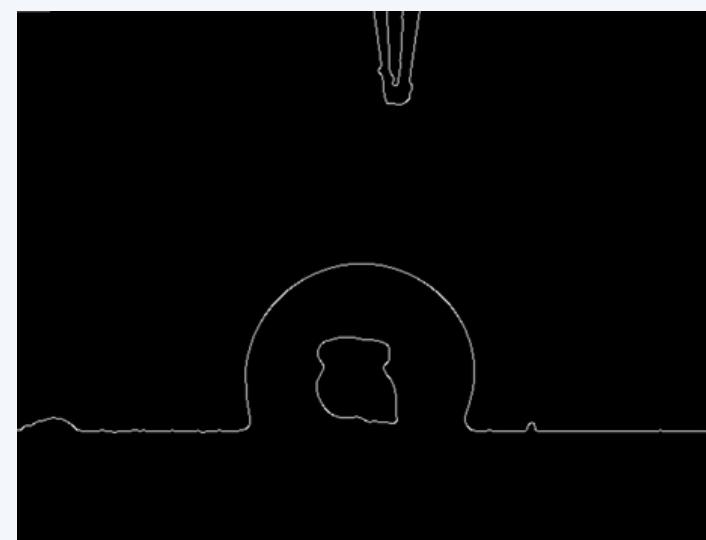


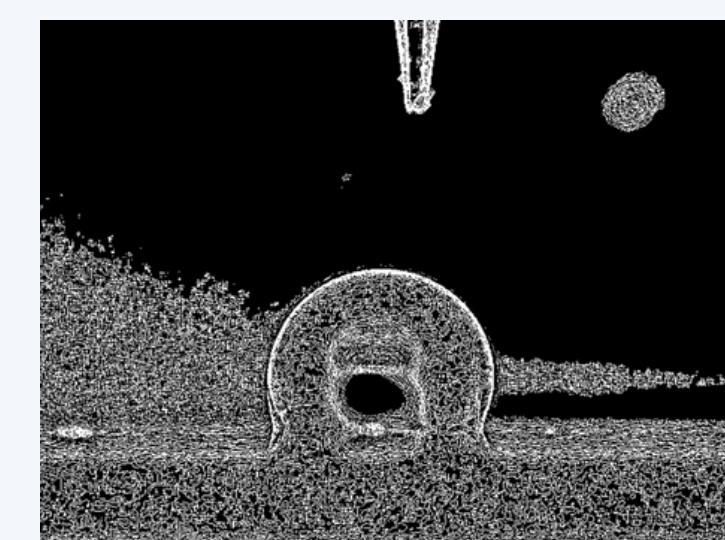
Image originale



Contours détectés par
Sobel



Contours détectés par
Canny normal



Contours détectés par
Laplacien

4. Méthodologies

4. 3. Détection de la goutte : Transformée de Hough généralisée

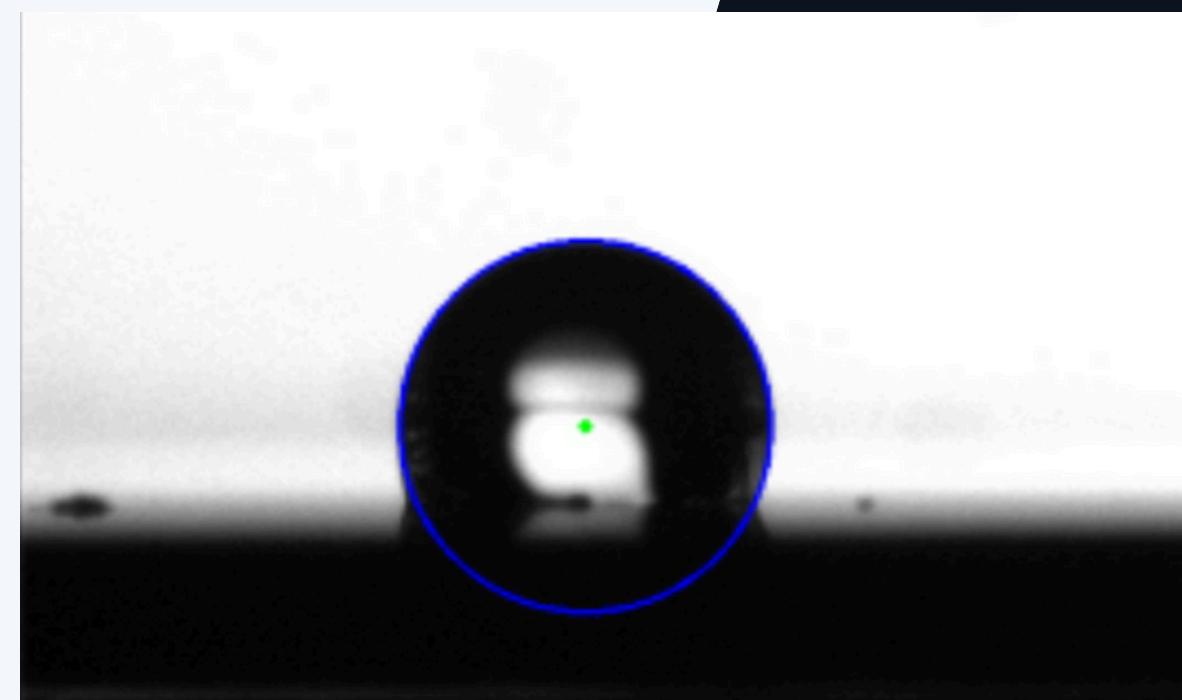
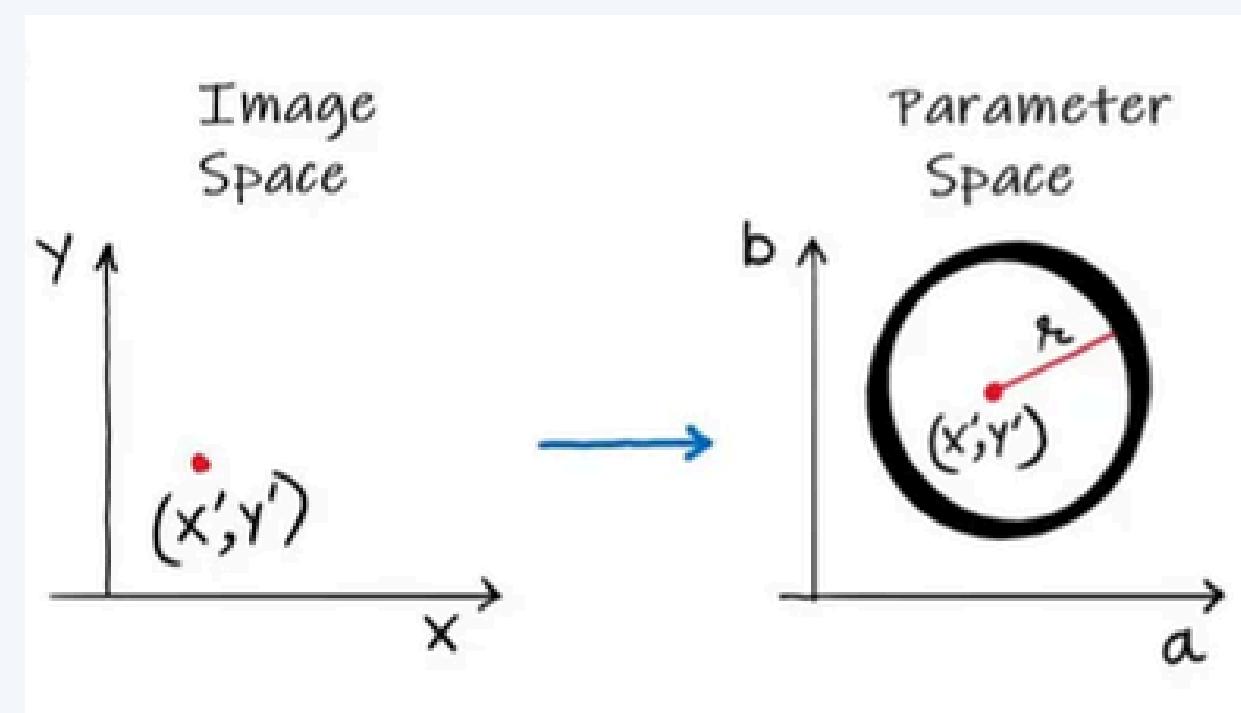


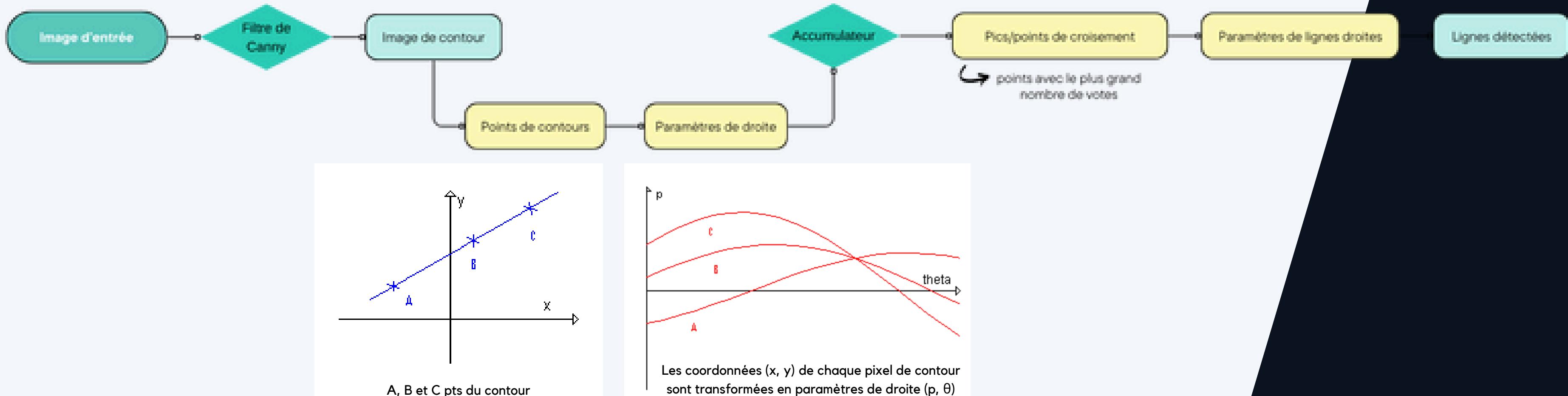
Image avec cercle détecté

$$x = a + r \cos(\theta) \gg a = x' - r \cos(\theta) \text{ (espace } (x, y))$$

$$y = b + r \sin(\theta) \gg b = y' - r \sin(\theta) \text{ (espace } (a, b) = \text{espace de Hough})$$

4. Méthodologies

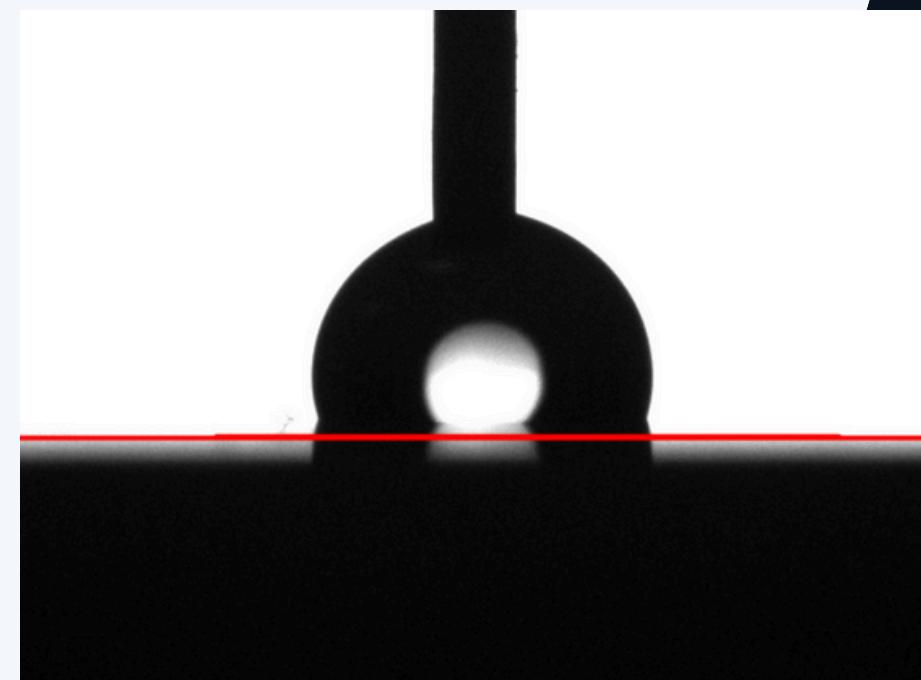
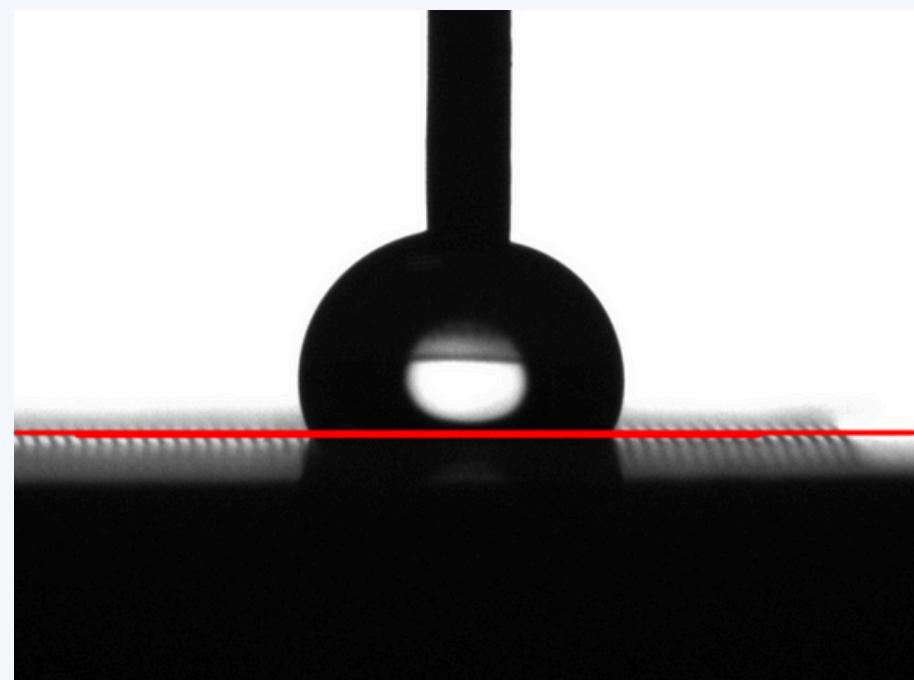
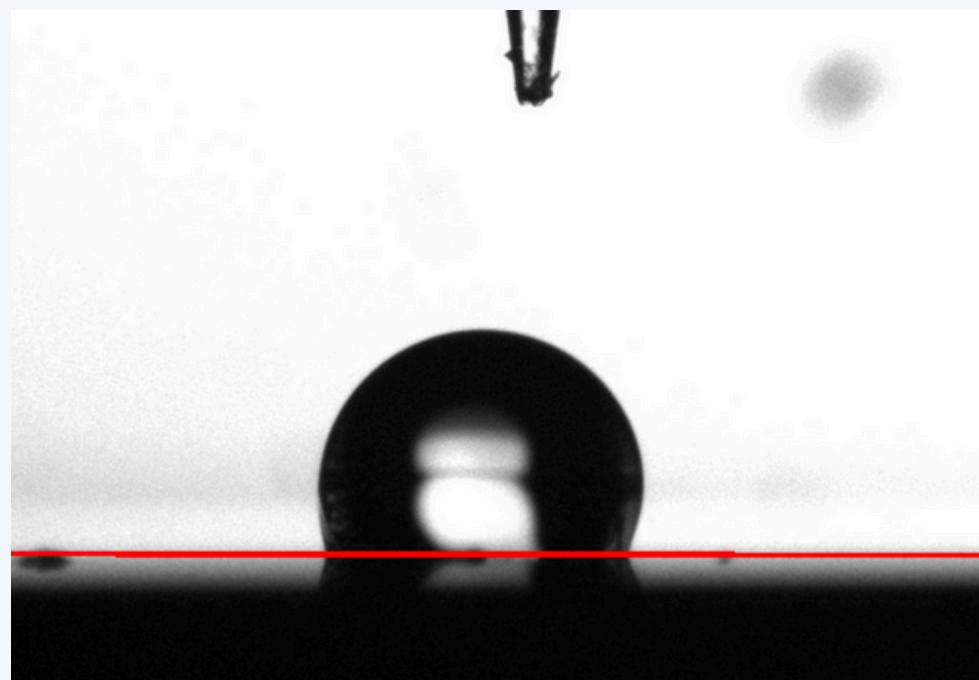
4.4. Détection du support : Transformée de Hough



4. Méthodologies

4. 4. Détection du support : Transformée de Hough automatique

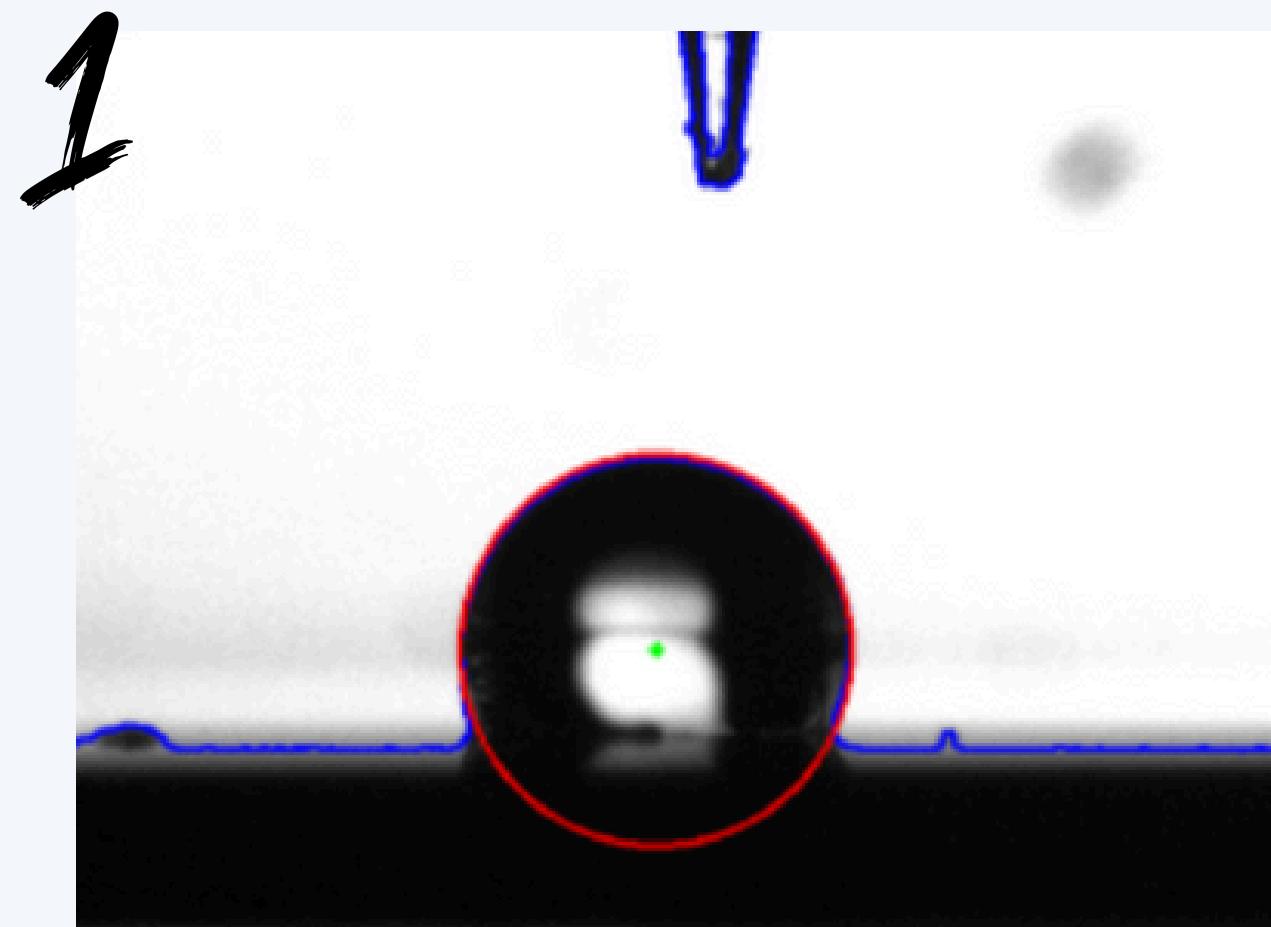
>>> ajuster les paramètres en fonction de la densité de pixels de bord détectés par Canny dans l'image, afin de s'adapter dynamiquement à la quantité de contours présents



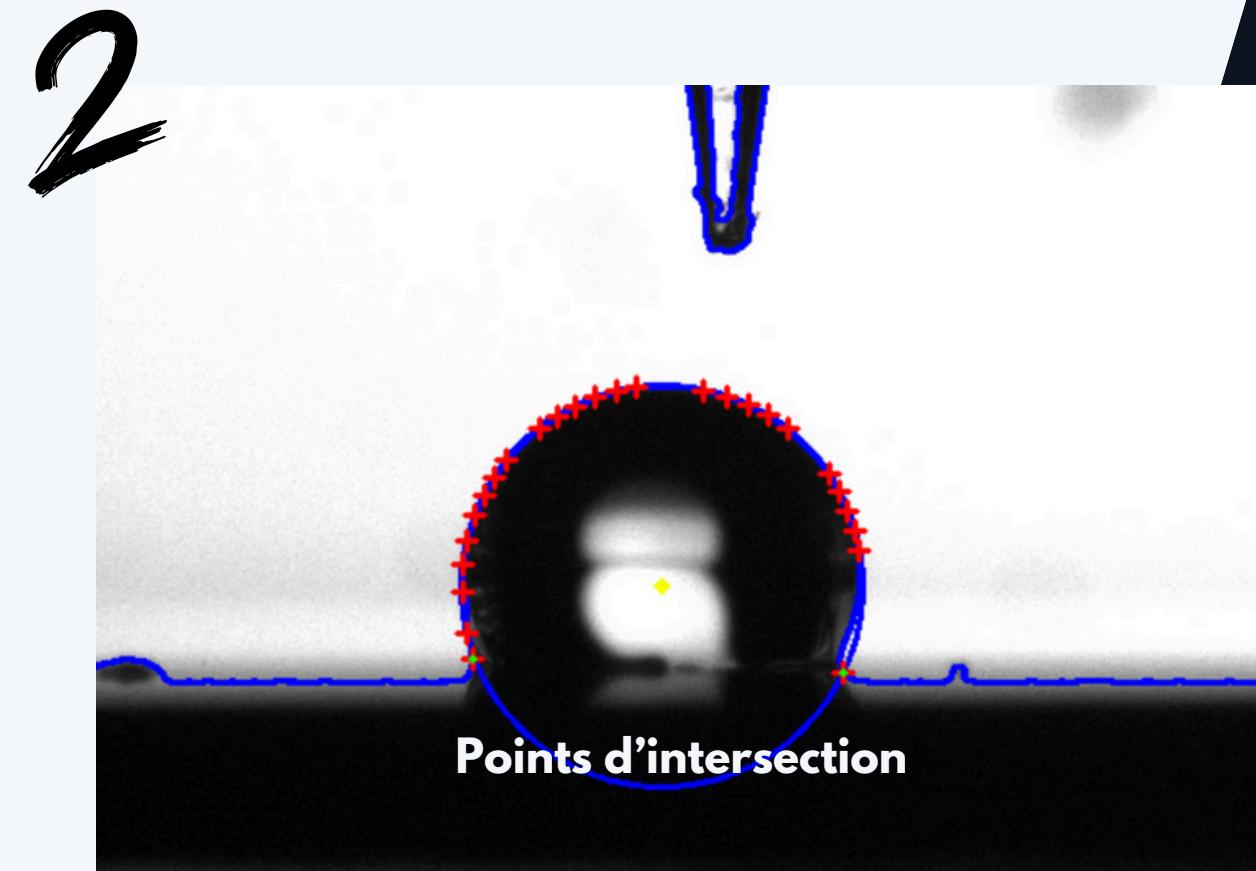
4. Méthodologies

4. 5. Points d'inflexion et angle de contact:

Combiner la transformée de Hough généralisée et la détection des contours



Déetecter les points d'intersection entre les cercles détectés et le contour

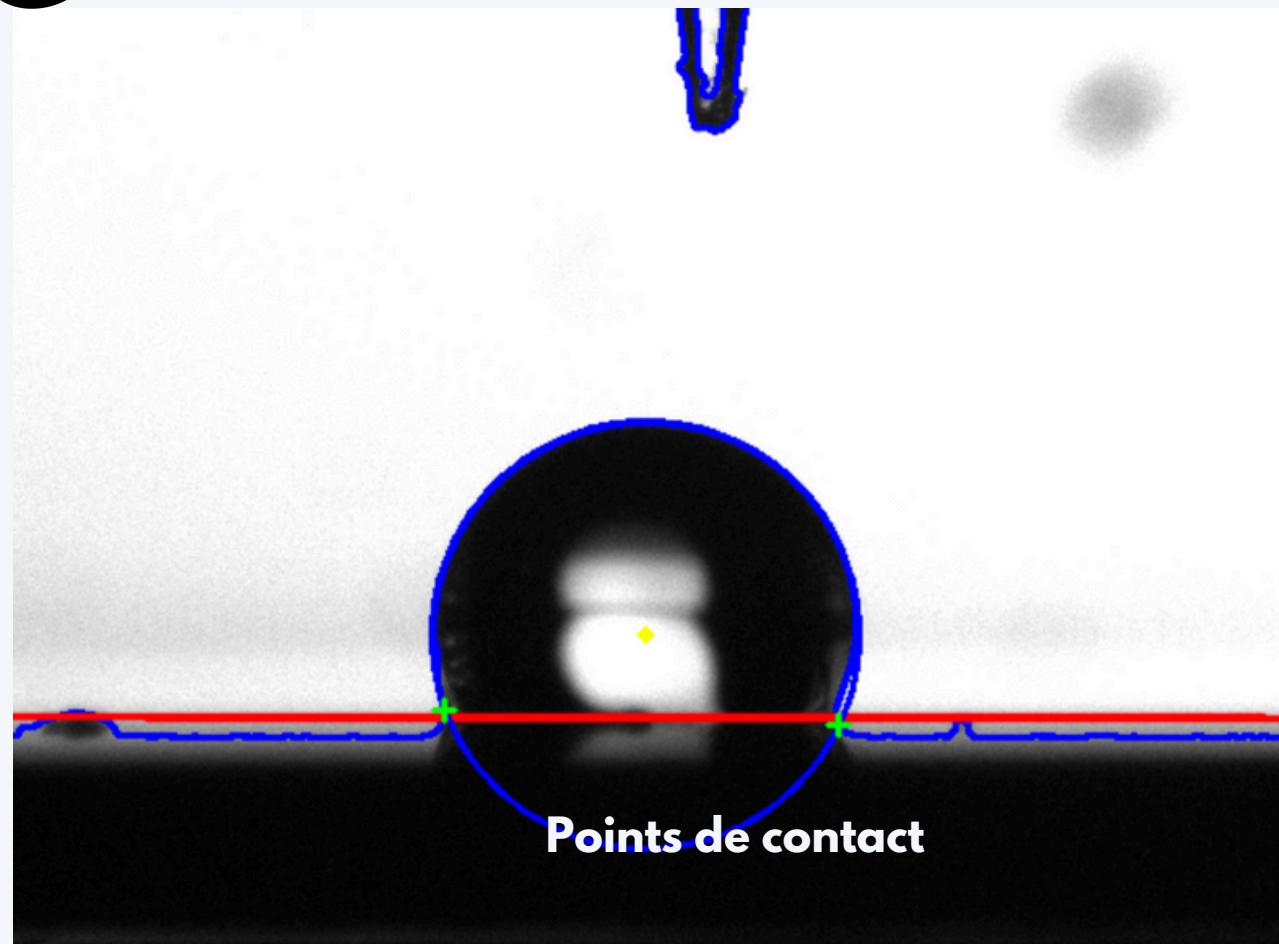


4. Méthodologies

4. 5. Points d'inflexion et angle de contact:

3

Filtrer les points qui nous intéressent



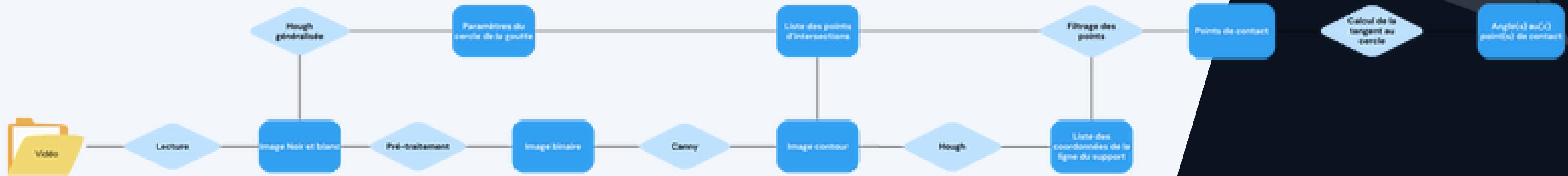
4

Calcul de l'angle de contact entre la goutte et la tangente au cercle au(x) point(s) de contact

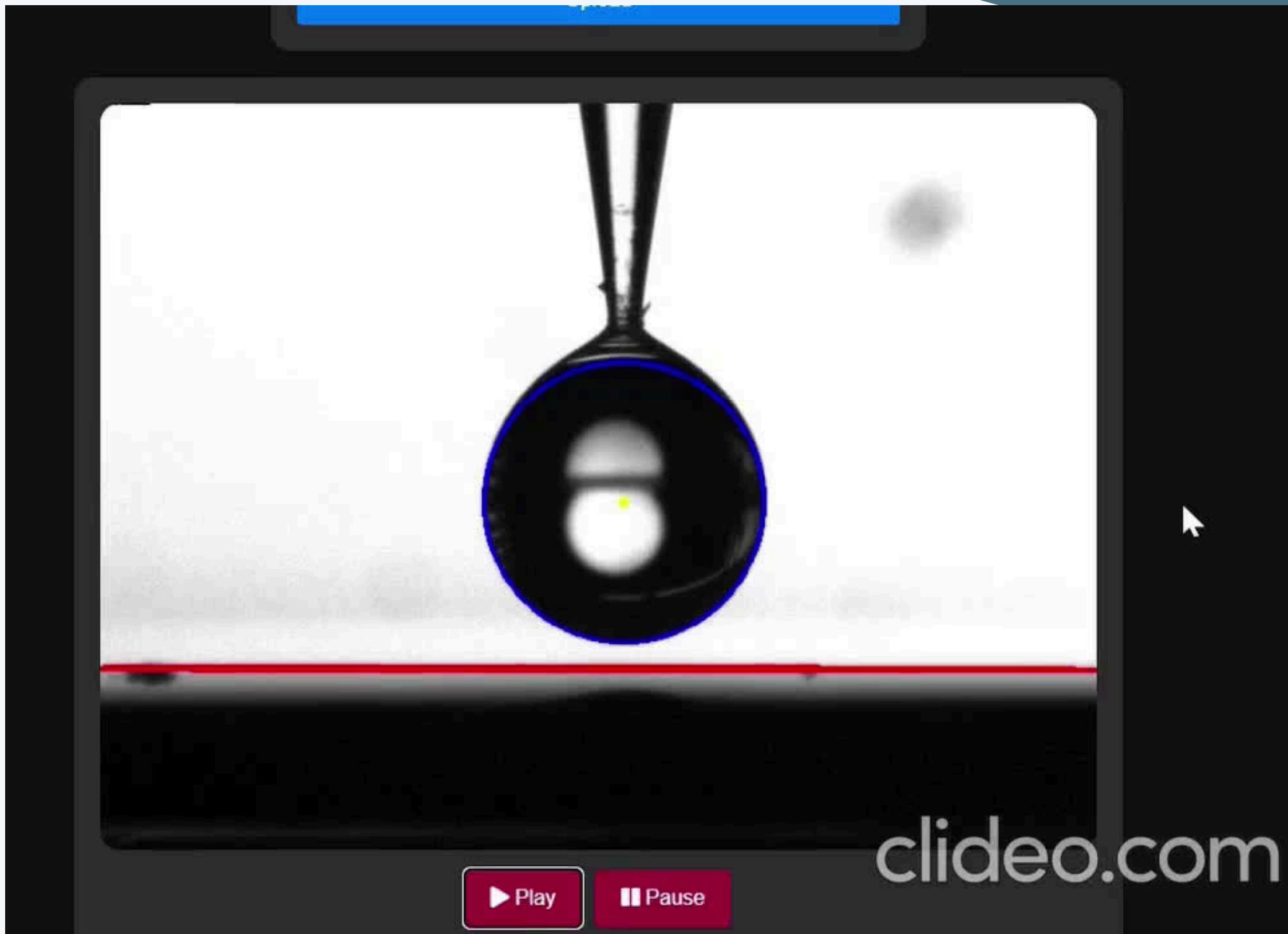


4. Méthodologies

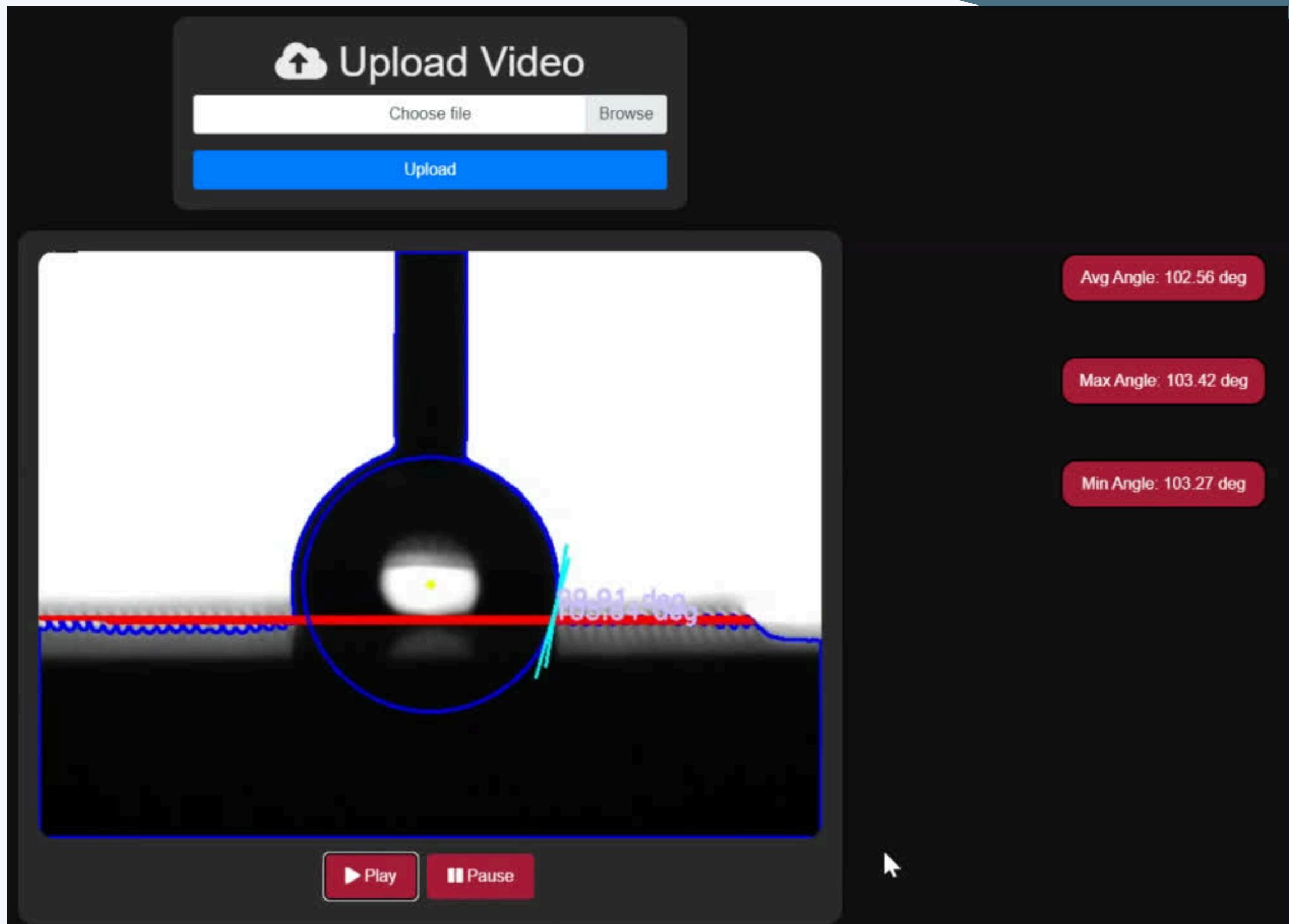
4. 6. Synthèse de la chaîne de traitement



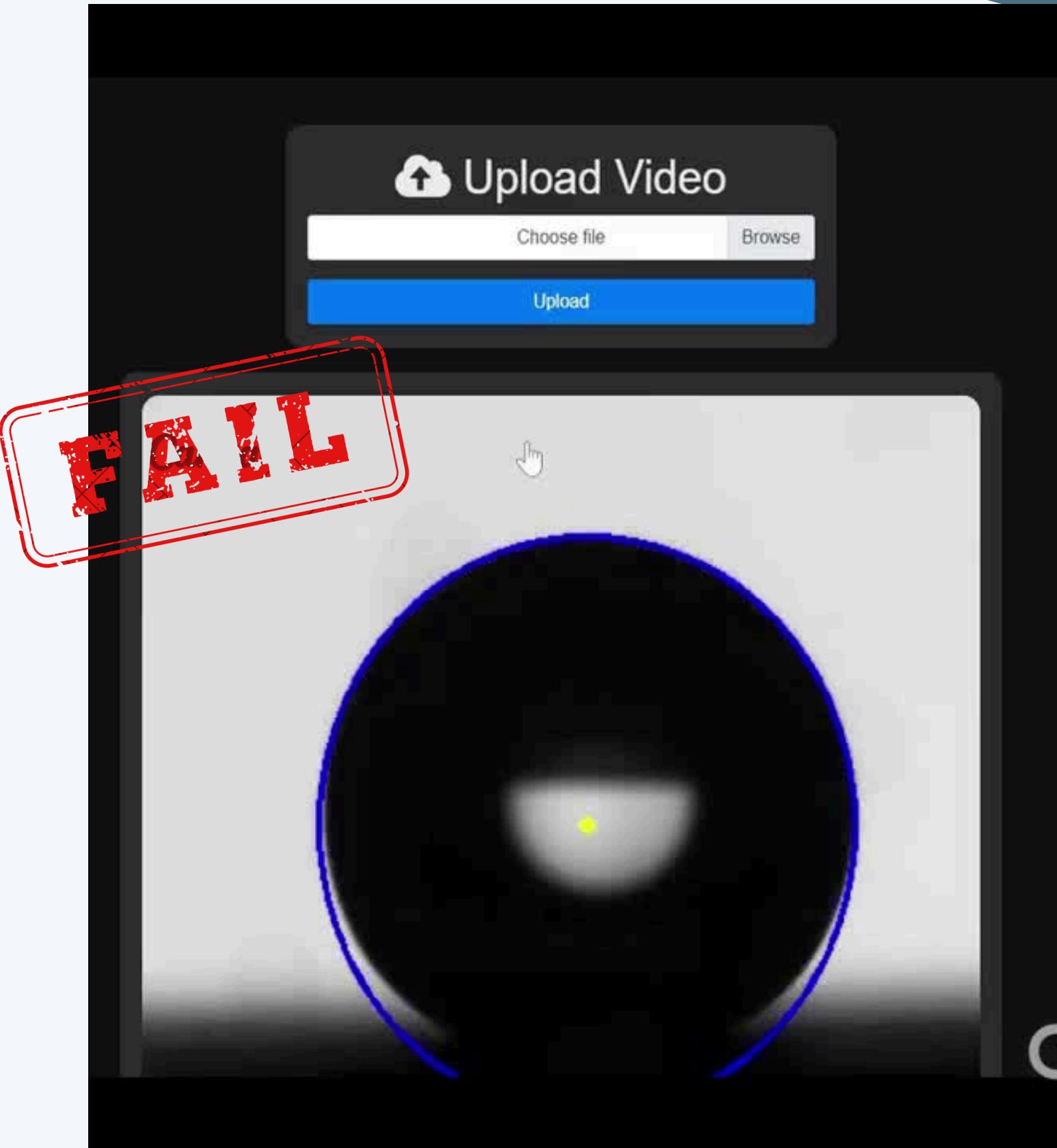
6. Résultats



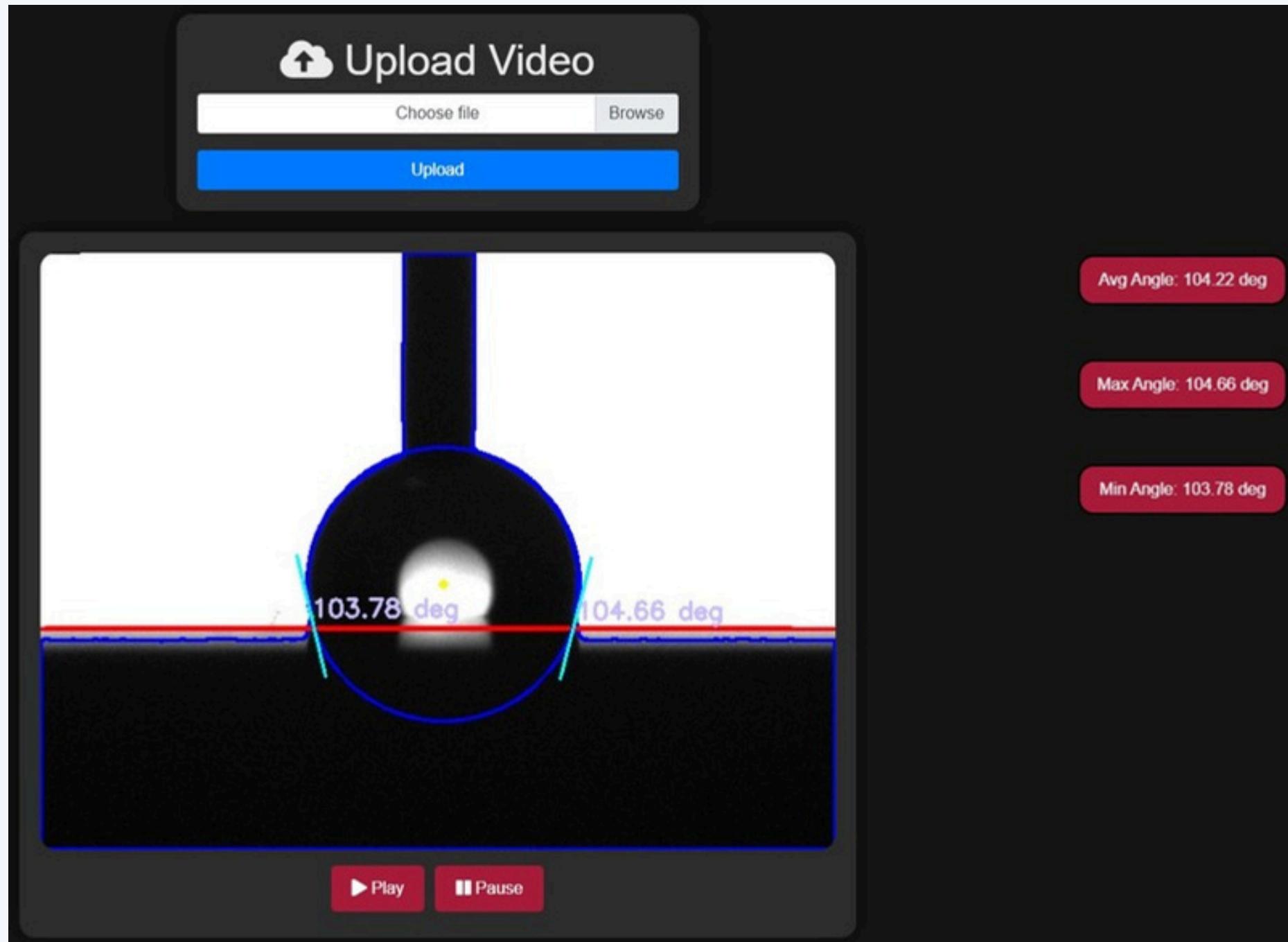
6. Résultats



6. Résultats



7. Déploiement



- Téléchargement des vidéos
- Lecture et le contrôle des vidéos
- Capture des mesures d'angle
- Affichage de la moyenne, min et max de l'angle
- Python
- CSS, JS, HTML

Conclusion et perspectives

- Développement et application de méthodes avancées de traitement d'image pour analyser les interactions eau-surface sur des matériaux hydrophobes.
- Les techniques utilisées ont permis de détecter et segmenter les gouttes d'eau et de mesurer l'angle de contact.
- Surmonter les défis liés à la qualité des vidéos et à la complexité des algorithmes, à savoir:
 1. Traiter les cas où la goutte est très proche
 2. Améliorer l'application web en ajoutant d'autres fonctionnalités (enregistrement, progress bar...)





ÉCOLE
CENTRALE LYON

Merci
Pour Votre Attention