



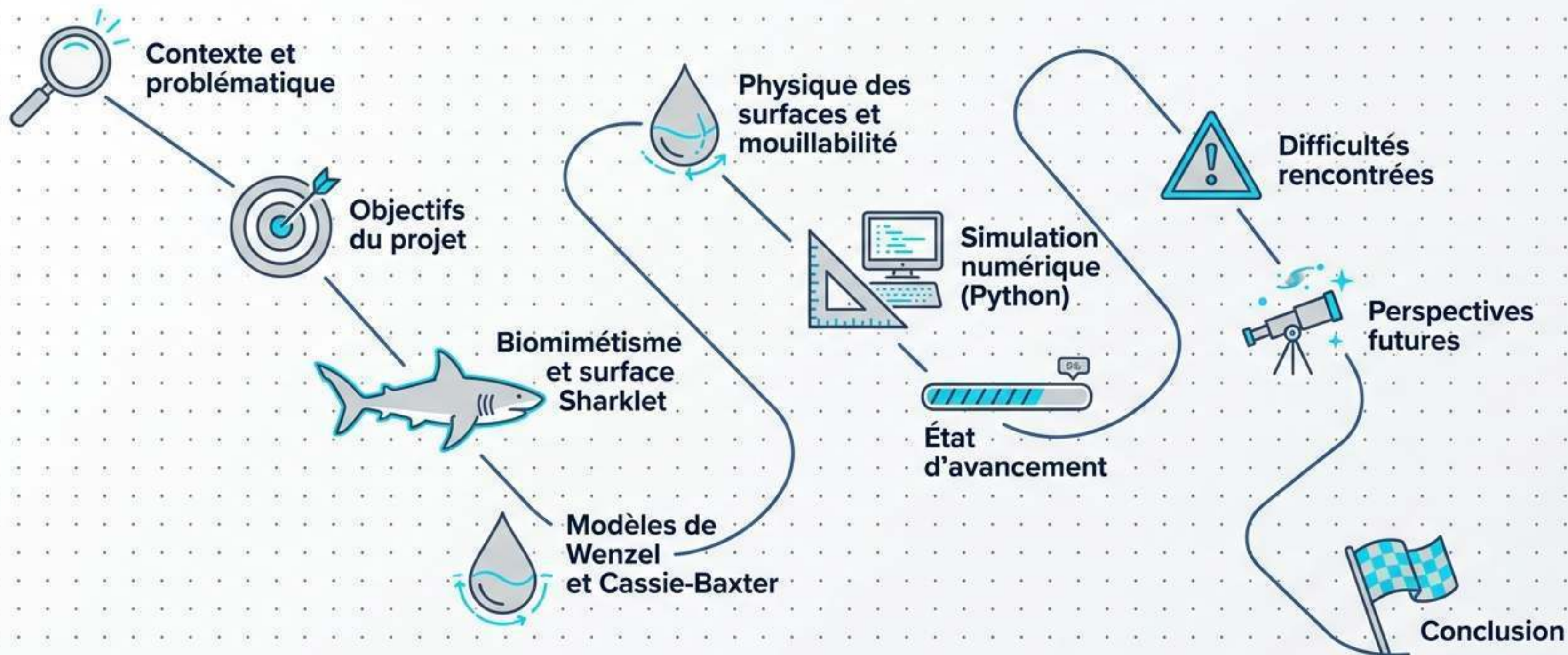
Biomimétisme et surfaces Sharklet : étude de la mouillabilité et des propriétés anti-encrassement

Projet de Licence 1 Sciences de l'Ingénieur

Auteur : Arnaud Manon

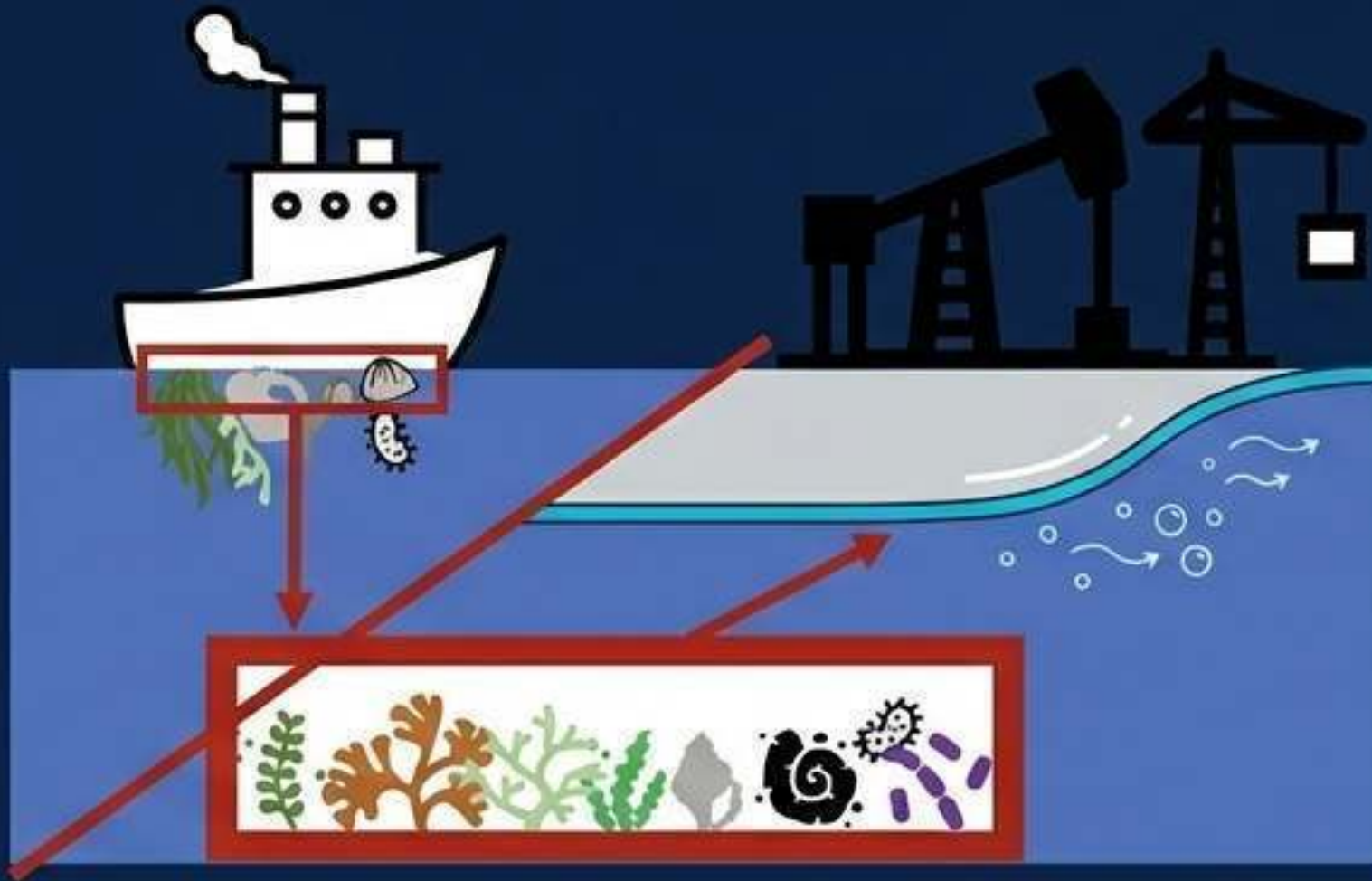
Tutrice : Christine Bressy (Laboratoire MAPIEM)

Plan de la présentation

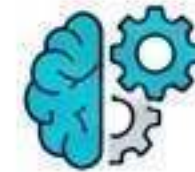


Le Biomimétisme

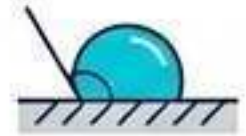
S'inspirer des solutions développées par la nature pour résoudre des problèmes technologiques complexes.



Objectif principal : Étudier l'influence d'une surface inspirée de la peau de requin sur la mouillabilité et la limitation de l'encrassement biologique.



Comprendre les mécanismes du biomimétisme



Étudier la physique de la mouillabilité

$$\cos \theta \frac{f}{\sqrt{r}}$$

Modéliser via Wenzel & Cassie-Baxter

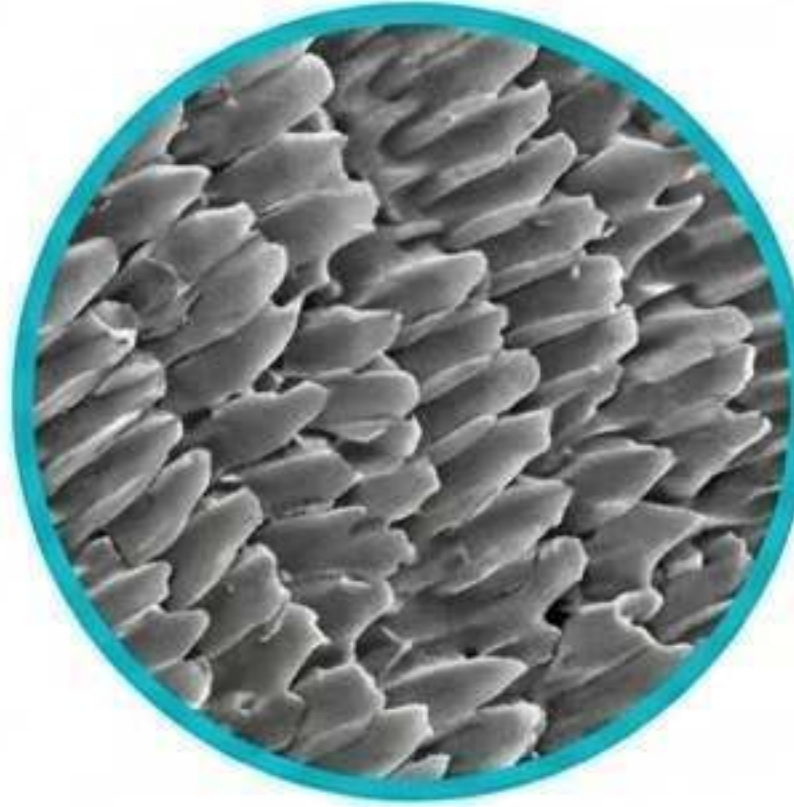


Simuler le comportement via Python

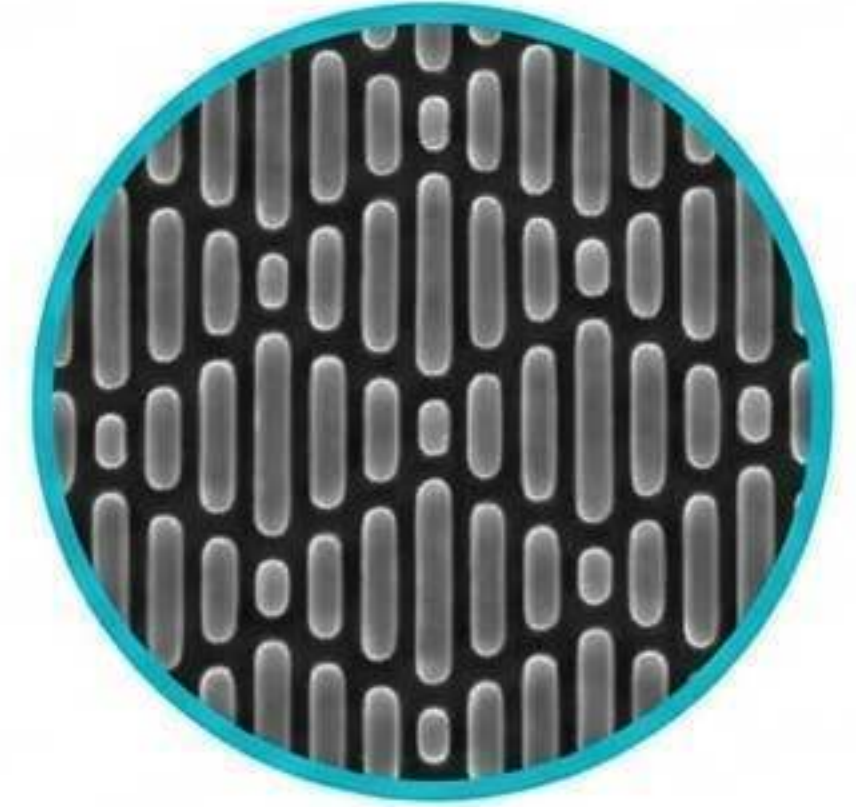
La peau du requin comme source d'inspiration



Macro : Requin marin



Micro : Structures Riblets



Nano : Motif géométrique Sharklet

Mécanisme d'action :

- ✓ Limitation de l'adhésion des organismes
- ✓ Réduction drastique de l'encrassement biologique

Applications industrielles :



Industrie maritime
(coques)



Domaine
médical

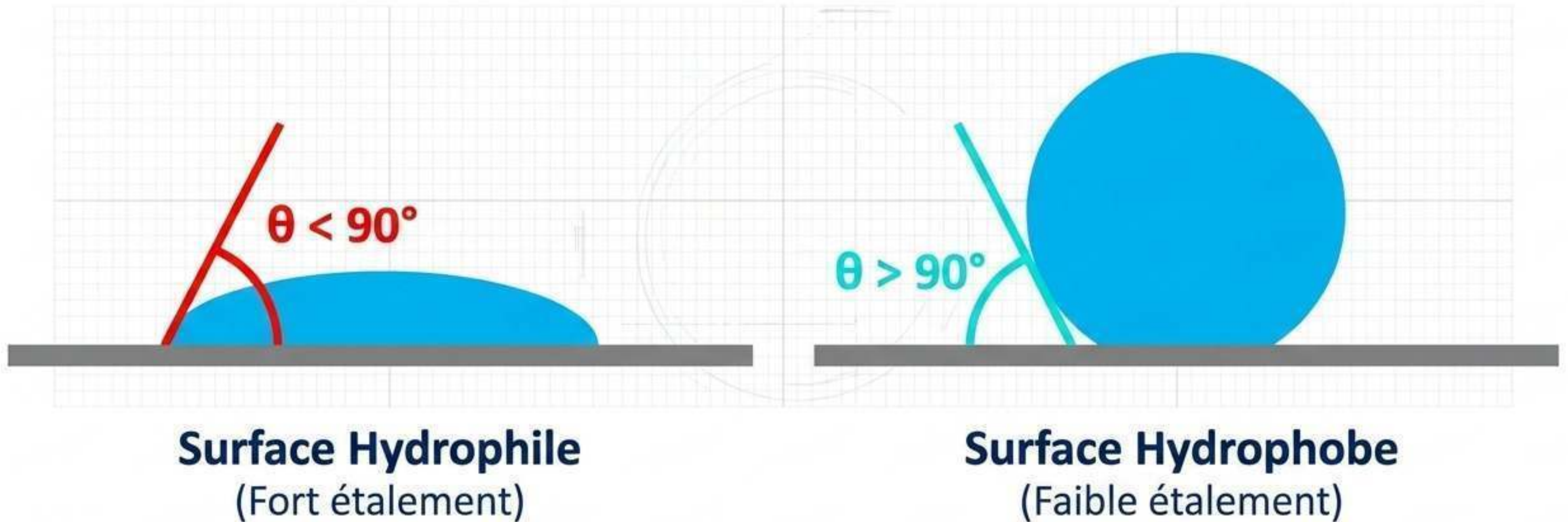


Surfaces
antibactériennes

Physique des surfaces

La mouillabilité décrit l'interaction entre une goutte d'eau et une surface solide.

Paramètre principal : l'angle de contact θ



Objectif du motif Sharklet : Augmenter l'angle de contact afin de réduire l'adhésion de l'eau.

Modèle de Wenzel (1936)

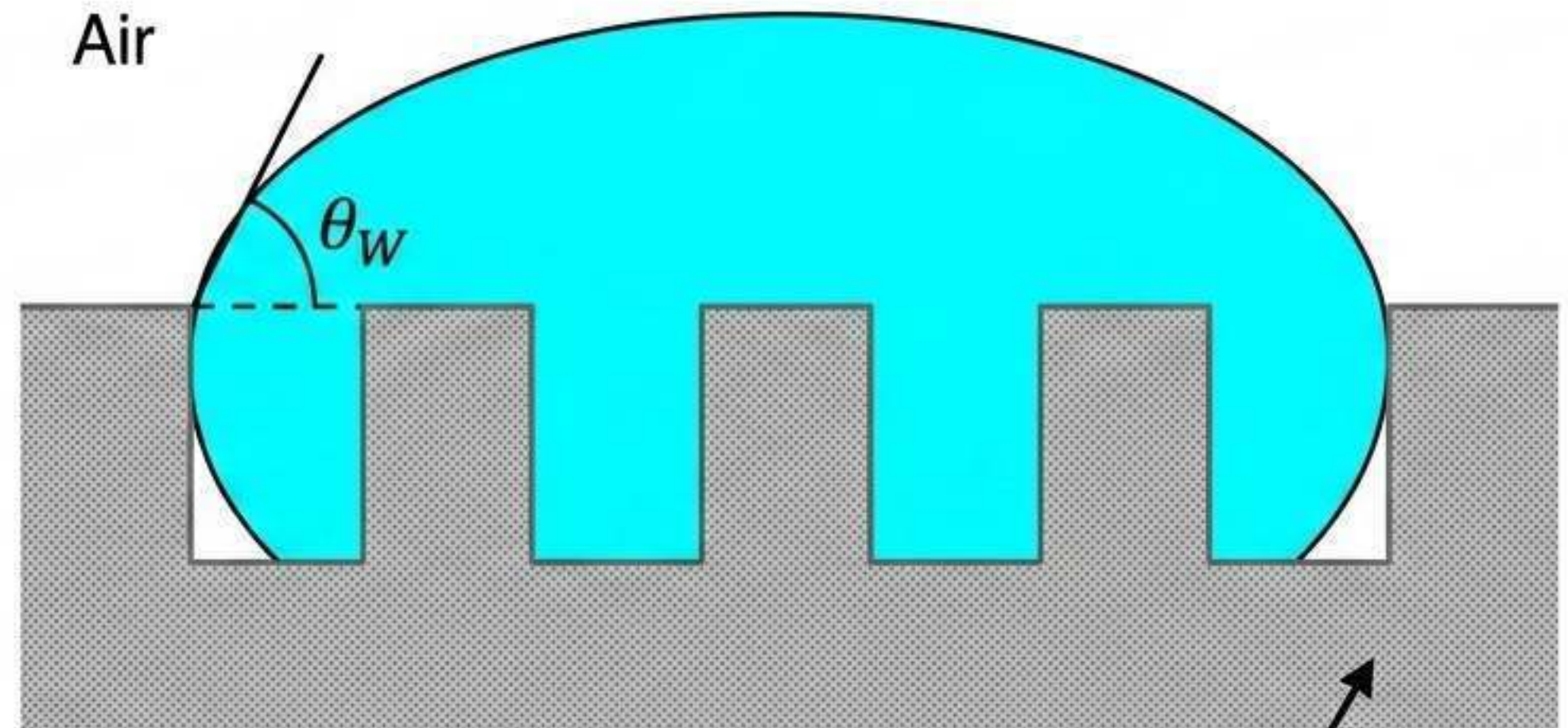
Créateur : Robert N. Wenzel

Hypothèse : L'eau remplit complètement les rainures de la surface.

Caractéristiques :

- Fort contact eau-solide
- Adhérence importante
- Hydrophobie modérée

$$\cos(\theta_W) = r \times \cos(\theta_0)$$



Surface solide rugueuse (S)

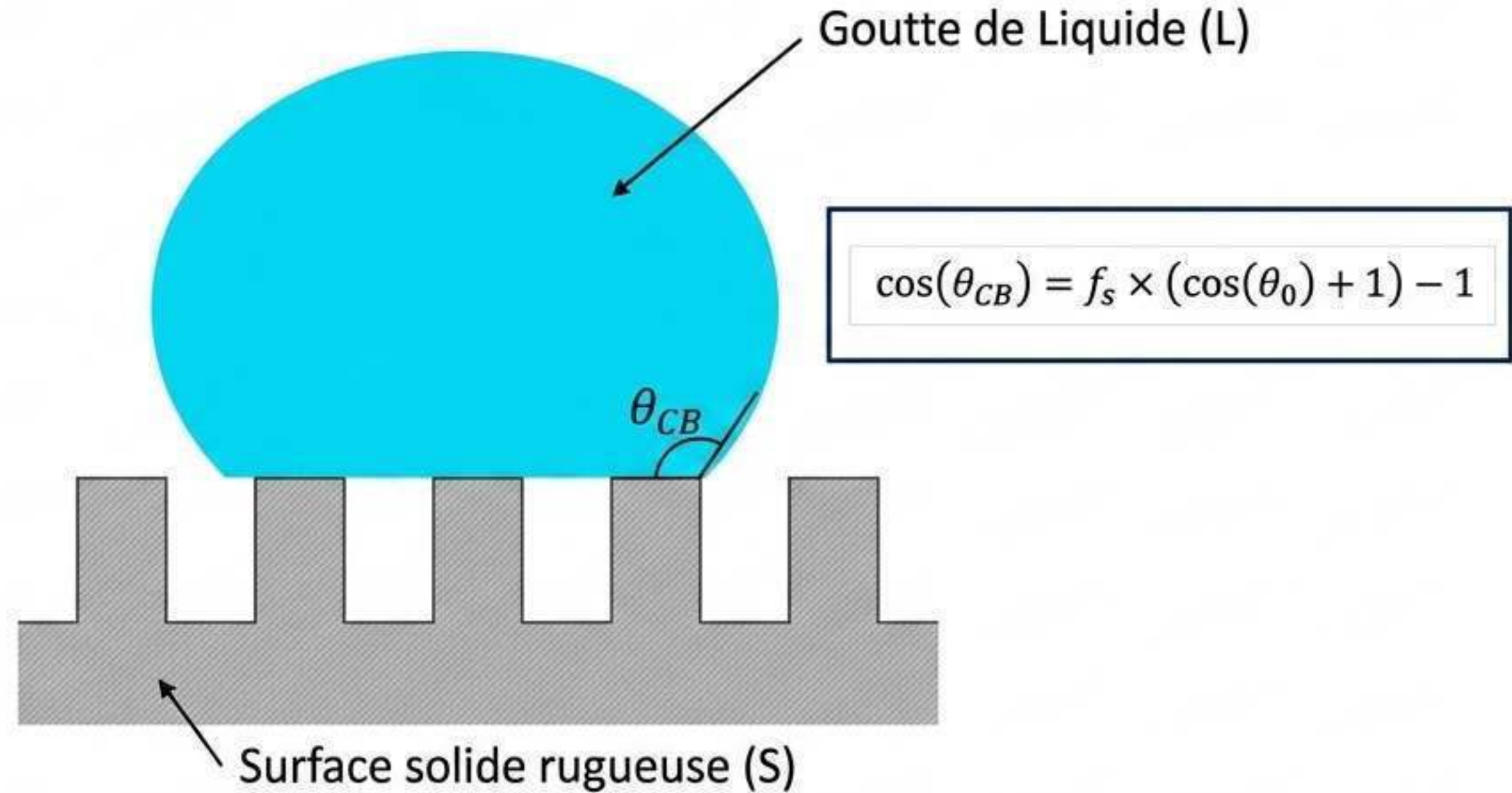
Modèle de Cassie-Baxter (1944)

Créateurs : Cassie et Baxter

Hypothèse : La goutte repose sur des poches d'air emprisonnées.

Caractéristiques :

- Faible contact eau-solide
- Faible adhérence
- Forte hydrophobie



★ Modèle recherché pour les surfaces Sharklet ★

Simulation numérique

Objectif : Comparer les modèles de Wenzel et de Cassie-Baxter.

Script Python

```
import numpy as np

# Paramètres
theta_0 = 95 * np.pi / 180 # angle de contact initial (radians)
r = 1.5 # rugosité
f_s = 0.30 # fraction de solide

# Modèle de Wenzel
cos_theta_W = r * np.cos(theta_0)
theta_W = np.arccos(cos_theta_W) * 180 / np.pi

# Modèle de Cassie-Baxter
cos_theta_CB = f_s * (np.cos(theta_0) + 1) - 1
theta_CB = np.arccos(cos_theta_CB) * 180 / np.pi

print(f"Wenzel: {theta_W:.2f}°")
print(f"Cassie-Baxter: {theta_CB:.2f}°")
```

Paramètres
utilisés :

$$\theta_0 = 95^\circ$$

$$r = 1,5$$

$$f_s = 0,30$$

Résultats

Surface lisse : 95°

Wenzel : $\approx 98^\circ$

Cassie-Baxter : $\approx 134^\circ$

Conclusion : Le modèle de Cassie-Baxter augmente fortement l'hydrophobie grâce aux poches d'air.

État d'avancement



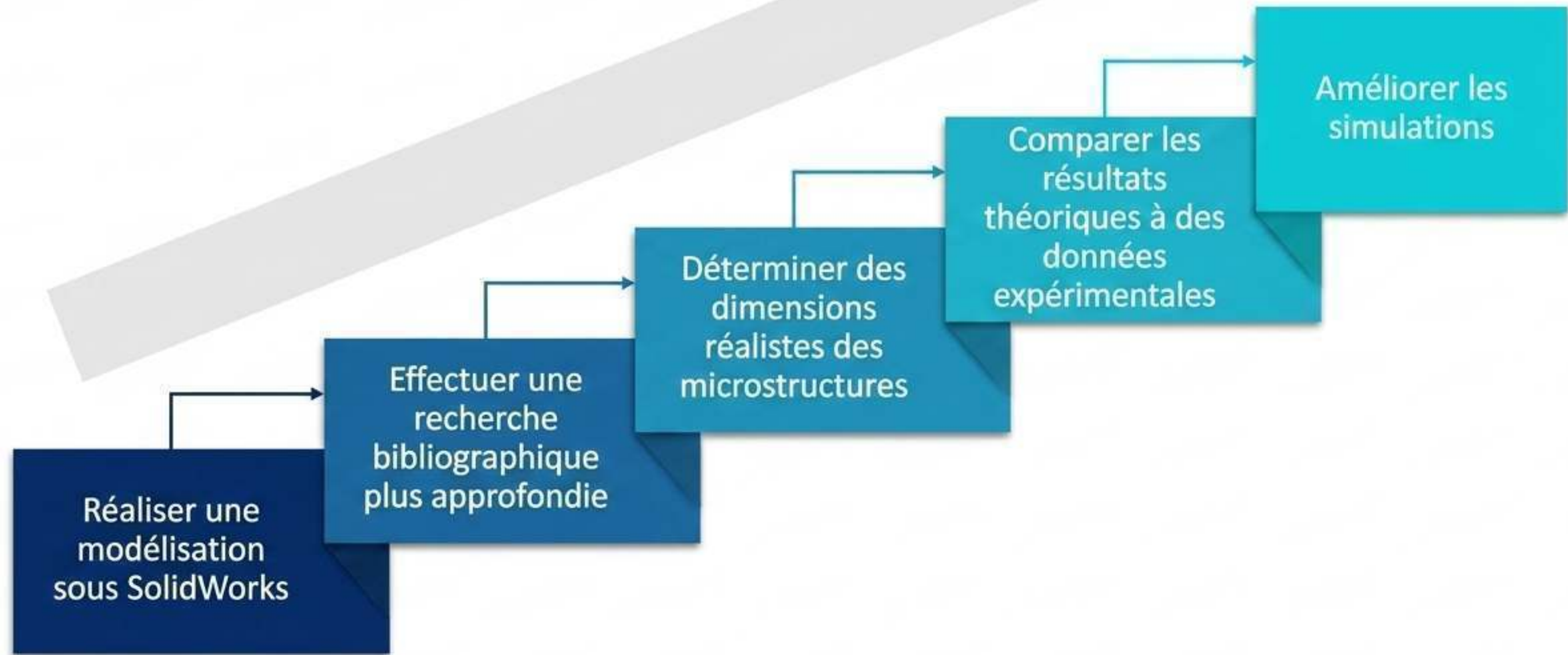
Travail réalisé

- ✓ Recherche bibliographique
- ✓ Étude du biomimétisme
- ✓ Compréhension des modèles physiques
- ✓ Développement du programme Python

Difficultés rencontrées

- ⚠ Compréhension des modèles théoriques
- ⚠ Manque de données expérimentales
- ⚠ Choix des dimensions réalistes

Travaux futurs



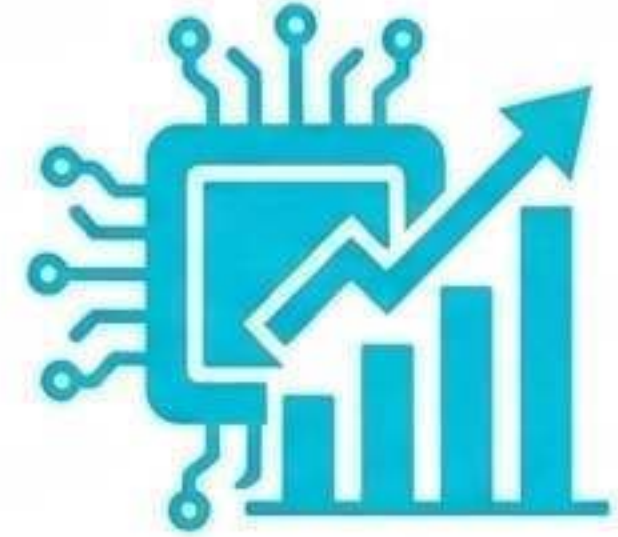
Conclusion



Biomimétisme



**Rugosité &
Mouillabilité**



**Validation
Numérique**

Sources

- Wenzel, R. N. (1936). Resistance of solid surfaces to wetting by water. *Industrial & Engineering Chemistry*, 28(8), 988-994.
- Cassie, A. B. D., & Baxter, S. (1944). Wettability of porous surfaces. *Transactions of the Faraday Society*, 40, 546-551.
- Schumacher, J. F., Carman, M. L., Estes, T. G., Feinberg, A. W., Wilson, L. H., Callow, M. E., ... & Brennan, A. B. (2007). Engineered roughness for biofouling inhibition. *Biofouling*, 23(1), 55-62.
- Barthlott, W., & Neinhuis, C. (1997). Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. *Planta*, 202(1), 1-8.