

# Hydrophobie des matériaux

Lors d'une visite dans un jardin botanique, nous avons constaté que certaines plantes repoussaient plus l'eau que d'autres. Nous avons voulu nous intéresser à ce phénomène qui laisse place à de nombreuses propriétés physico-chimiques.

## Positionnement thématique :

PHYSIQUE (mécanique, statique des fluides), CHIMIE (Théorique-générale et Inorganique)

## Mots-Clés :

**Mots-Clés** (*en français*)

**Mots-Clés** (*en Anglais*)

(Super-)Hydrophobie

Effet lotus

Tension superficielle

Capillarité

## Bibliographie commentée :

L'hydrophobie présente de nombreux intérêts : outre ses évidentes qualités d'imperméabilisation, elle permet de lutter assez efficacement contre le gel, souvent fatal pour les isolants électriques, les lignes à haute-tension ou encore la fabrication de puces électroniques. Elle est également efficace pour lutter contre la corrosion, et fournirait une option intéressante dans les domaines de la santé et de l'hygiène. Nous avons donc choisi de nous intéresser à cette notion, afin d'en découvrir les tenants et les aboutissants afin de nous approprier ce sujet.

Certains êtres vivants repoussent naturellement l'eau. C'est notamment le cas des gerris, de petits insectes flottant sur l'eau, dont les pattes sont recouvertes de poils lui conférant cette propriété, nommée l'hydrophobie.[3]

L'hydrophobie caractérise la capacité qu'ont certains matériaux à repousser l'eau. En se penchant plus sérieusement sur ce phénomène, on découvre que cette répulsion

est une conséquence de la polarité des molécules d'eau qui ont donc tendance à se regrouper entre elles et ainsi former des gouttes qui sont repoussées par les molécules non polaires.[1]

Dans le cas de la feuille de lotus, étudiée pour la première fois par le botaniste Wilhelm Barthlott en 1977, l'intensité des forces capillaires, les interactions physico-chimiques d'origine électrostatique, sont régies par la nature du revêtement chimique (cire épicutilaire) qui empêche l'eau de s'étaler sur la feuille, et par la rugosité nanométrique du matériau, qui va avoir pour conséquence que l'angle de contact entre la surface et la goutte d'eau sera supérieur à  $150^\circ$ . Dans le cas où cet angle est supérieur à  $90^\circ$ , on parle d'hydrophobie alors que s'il est supérieur à  $150^\circ$ , il s'agit de super hydrophobie. [2]

Plusieurs modèles existent pour décrire ce phénomène. Celui de Young stipule que sur une surface lisse, le cosinus de l'angle de contact est défini par les tensions superficielles des interfaces solide/vapeur, solide/liquide et liquide/vapeur, le solide étant le matériau considéré, le liquide la goutte et la vapeur l'air ambiant. Le deuxième modèle, explicité par Wenzel, montre que la goutte a tendance à pénétrer entre les rugosités nanométriques si celles-ci sont trop écartées. Cela met en avant l'adhérence entre la goutte et le matériau. En opposition à ce modèle, celui de Cassie Baxter stipule que les gouttes n'épousent pas les rugosités du matériau mais restent au sommet des aspérités.[4] Il y aura donc de l'air sous la goutte, ayant pour conséquence une très faible adhérence de celle-ci avec le matériau.[5] Cela s'explique par le fait qu'aux échelles micro et nano métriques, les gouttes n'épousent pas nécessairement les aspérités des matériaux. Le cas échéant, le liquide repose en équilibre sur lesdites aspérités.

Ainsi, l'hydrophobie relève de propriétés physiques et chimiques et atteindre le mouillage nul serait théoriquement possible en combinant parfaitement texture et chimie.

### **Problématique retenue :**

Ces informations nous ont conduites à nous questionner sur ce qui conférait les propriétés hydrophobes ou super hydrophobes aux matériaux, et à l'impact que la nature a eu sur le développement de ce genre de matériaux par les humains.

## Références bibliographiques :

### [1] Hydrophobie (physique)

Thèse présentée par **Jérôme DURRET** à propos de :

Développement de procédés de nanostructuration sur films de polymères flexibles , plus particulièrement la première partie (Principes de la superhydrophobie et moyens expérimentaux

### [2] Effet lotus

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet\\_lotus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_lotus)

### [3] Super hydrophobie

Auteurs : ESPCI Paris 202

*Superhydrophobic\_Surfaces.pdf (lawrencehallofscience.org)*

### [4] Modèle de Wenzel, Young, Cassie.

Auteurs : ABIDI Inès, TALEB Aya et TUFFIER Alexandra

<http://physique.unice.fr/sem6/2014-2015/PagesWeb/PT/Monomere/page2.html>

### [5] principe de l'effet lotus

Auteur: Elizabeth Hager-Barnard

[http://lebiomimetisme.over-blog.fr/pages/Leffet\\_lotus-6851339.html](http://lebiomimetisme.over-blog.fr/pages/Leffet_lotus-6851339.html)

## **Objectifs du candidat :**

### **Victor :**

- I. Mettre en évidence le caractère hydrophobe en fonction de la longueur de la chaîne carbonée par l'expérience
- II. Trouver un lien entre les interactions d'un liquide (eau) et d'un solide (matériau hydrophobe) pour avoir l'interaction la moins intense possible.

### **Simon :**

- I. Etude théorique : angle de contact, mouillage, tension superficielle, et leur rapport avec l'hydrophobie.
- II. Rapport entre le caractère rugueux d'une surface et son caractère super hydrophobe : de l'aspect expérimental (feuille de Lotus) à l'aspect théorique par les états de Wenzel et de Cassie.

### **Adrien :**

- I. Mise en lien de la chimie et de la physique pour maximiser l'hydrophobie
- II. Notion d'angle de contact dynamique par la théorie et l'expérience