

1. Principe physique

Lorsque deux fluides non miscibles entrent en contact, une interface se forme entre eux. À l'intérieur de chaque fluide, les molécules sont toutes soumises à des forces intermoléculaires équilibrées, tandis qu'à l'interface entre les deux fluides, les molécules sont soumises à des forces déséquilibrées.

Une molécule d'eau à l'intérieur d'une masse d'eau exerce et subit la même force que les autres molécules d'eau, alors que celle présente à l'interface entre les deux fluides subit l'action d'une molécule d'un autre fluide, donc d'une force d'intensité différente. Par conséquent, les forces ont une résultante non nulle à l'interface, ce qui engendre une tension de surface appelée tension superficielle (σ_s).

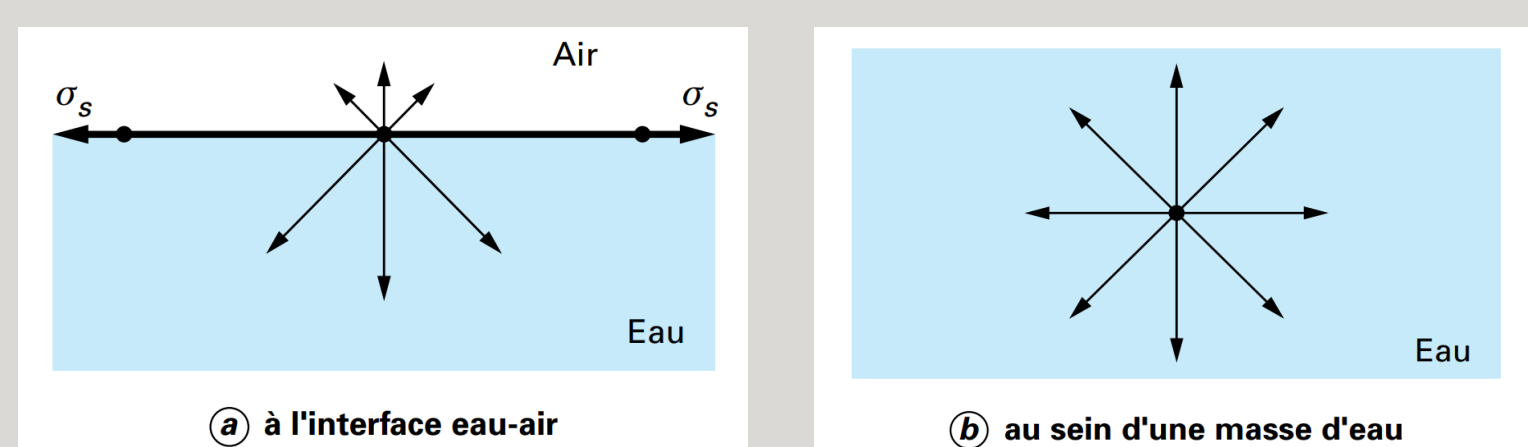


Fig 1 – Forces sur une molécule d'eau et tension superficielle

2. Tension superficielle

La tension superficielle est un phénomène physico-chimique lié aux interactions moléculaires d'un fluide. Elle constitue une caractéristique des surfaces des liquides. Cette tension est une force linéique, exprimée en newtons par mètre [N/m], qui agit tangentiellement à la surface de toute interface entre deux milieux. La tension superficielle est la même en chaque point de la surface et dans toutes les directions le long de la surface du liquide. Elle dépend du liquide, du milieu qui surmonte sa surface libre, ainsi que de la température. Elle est également responsable du phénomène de capillarité.

3. Objectif

Déterminer la tension superficielle d'un liquide à l'aide d'un tensiomètre.

4. Principe de l'essai

La méthode la plus courante pour mesurer la tension superficielle est la méthode de Wilhelmy. Le tensiomètre à plaque de Wilhelmy est un appareil de mesure de la tension superficielle reposant sur le principe d'une mesure de force au cours d'un déplacement. Ce dispositif est composé d'une plaque mince rectangulaire en platine et d'une balance de précision.

La méthode de Wilhelmy consiste à approcher une plaque d'un liquide et à les mettre en contact. La plaque est introduite perpendiculairement à la surface du liquide jusqu'à ce qu'elle soit partiellement immergée. Ensuite, le tensiomètre retire la plaque du liquide, et la force nécessaire pour extraire la plaque est mesurée à l'aide de la balance de précision. Enfin, la tension superficielle est directement liée à cette force par la relation de Wilhelmy.

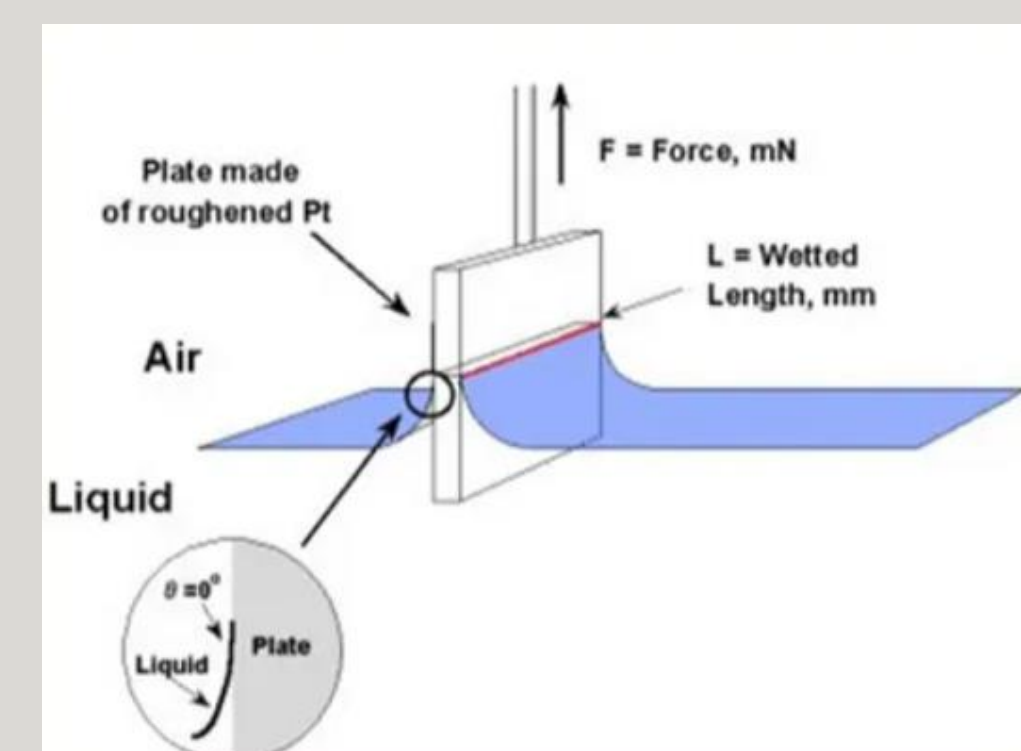


Fig 2 – Tensiomètre et schéma du principe

5. Résultats et interprétation

La tension superficielle peut être déterminée à partir de la relation de Wilhelmy.

$$\sigma_s = \frac{F}{L \cdot \cos \theta}$$

F : force nécessaire pour extraire la plaque [N]
L : périmètre de la plaque [m]
 θ : angle de contact [°]

La tension superficielle est responsable de la forme que la goutte de liquide prend au contact d'une surface. Plus la tension superficielle est basse, plus la goutte s'étale sur la surface. En revanche, plus la tension superficielle est élevée, plus la goutte adopte une forme sphérique.

Table 1 - Tension superficielle de quelques liquides

Produit	Tension superficielle [mN/m]
Ethanol	22,3
Méthanol	22,6
Dyméthyléthanolamine	28,0
Dyméthylformamide	36,3
α -bromonaphtalène	42,5
Ethylène-glycol	48,0
Eau	71,1

6. Précision de la mesure

Les mesures sont très sensibles à la présence d'impuretés. Par conséquent, il est primordial de bien nettoyer le matériel avant chaque essai pour éviter de fausser les résultats.

De plus, il existe toujours une incertitude expérimentale. Il est donc recommandé d'effectuer plusieurs mesures pour un même liquide. Le résultat final sera la moyenne des valeurs obtenues.

Un autre facteur pouvant influencer la tension superficielle est la température. Pour minimiser cette influence, il est possible de connecter un bain thermostatique au tensiomètre. Celui-ci permet de maintenir une température constante tout au long de la mesure.

7. Applications

- Effet des adjuvants (superplastifiants) sur le comportement du béton frais
- Étude de la concentration en agent actifs des produits hydrophobes