Spécialité : Impression sur plastique avec de l'encre à l'eau

Bac S 2018 Amérique du Sud (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 À l'aide du document 1, justifier la nécessité d'un traitement du film de plastique pour utiliser des encres à l'eau.

Données utiles $\gamma_{encre} = 4{,}5 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; avant traitement, $\gamma_P \approx 30\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ (document 1)

Condition de mouillage (document 1) : un liquide s'étale sur un solide si sa tension superficielle est plus petite que celle du solide, soit ici $\gamma_{encre} < \gamma_P$.

Dans la même unité : $\gamma_{encre} = 4{,}5 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1} = 45\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$, alors que $\gamma_P \approx 30\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ pour le film non traité.

$\gamma_{encre} > \gamma_P$: l'encre forme des gouttelettes sur le film brut. Il faut un traitement qui porte γ_P au-dessus de $45\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

PIÈGE
Comparer $4{,}5 \times 10^{-2}$ et 30 sans convertir : l'une des valeurs est en $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, l'autre en $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

COMPRENDRE
La tension superficielle n'est plus au programme actuel de spécialité. Ici tout est fourni par les documents : la question évalue l'extraction d'une condition et une comparaison chiffrée.

2 Problème à résoudre : le film de plastique traité peut-il être utilisé avec une encre à l'eau de tension superficielle $\gamma_{encre} = 4{,}5 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$?

Données utiles $\theta_C \approx 57^\circ$ après traitement ; $h = \dfrac{2\,\gamma_L}{\rho\, g\, R}$; $\rho = 1{,}0 \times 10^{3}\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$; graphiques des documents 3 et 4

Démarche. Le film convient si, après traitement, $\gamma_P > \gamma_{encre}$ (question 1). Le document 4 donne γ_P à partir de l'angle $\theta_C = 57^\circ$, à condition de savoir laquelle des trois courbes correspond au liquide L. Il faut donc d'abord déterminer γ_L avec le document 3.

Étape 1 : tension superficielle du liquide L. La loi de Jurin s'écrit $h = \dfrac{2\,\gamma_L}{\rho\, g} \times \dfrac{1}{R}$: h est proportionnelle à $\dfrac{1}{R}$, avec un coefficient $k = \dfrac{2\,\gamma_L}{\rho\, g}$.

Les points du document 3 sont à peu près alignés avec l'origine. On trace la droite moyenne passant par l'origine ; elle passe par le point $(2500\ \text{m}^{-1}\ ;\ 0{,}035\ \text{m})$:

$$k = \frac{0{,}035}{2500} = 1{,}4 \times 10^{-5}\ \text{m}^2$$

$$\gamma_L = \frac{\rho\, g\, k}{2} = \frac{1{,}0 \times 10^{3} \times 9{,}8 \times 1{,}4 \times 10^{-5}}{2} = 6{,}9 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$$

Cette valeur est très proche de $\gamma_{L3} = 7{,}0 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$: le liquide L correspond à la courbe ③ du document 4.

Étape 2 : tension superficielle du film traité. Sur la courbe ③, l'ordonnée $\theta_C = 57^\circ$ correspond à l'abscisse $\gamma_P \approx 0{,}048\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, soit $48\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

Conclusion. $\gamma_{encre} = 45\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1} < \gamma_P \approx 48\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$: la condition de mouillage est remplie.

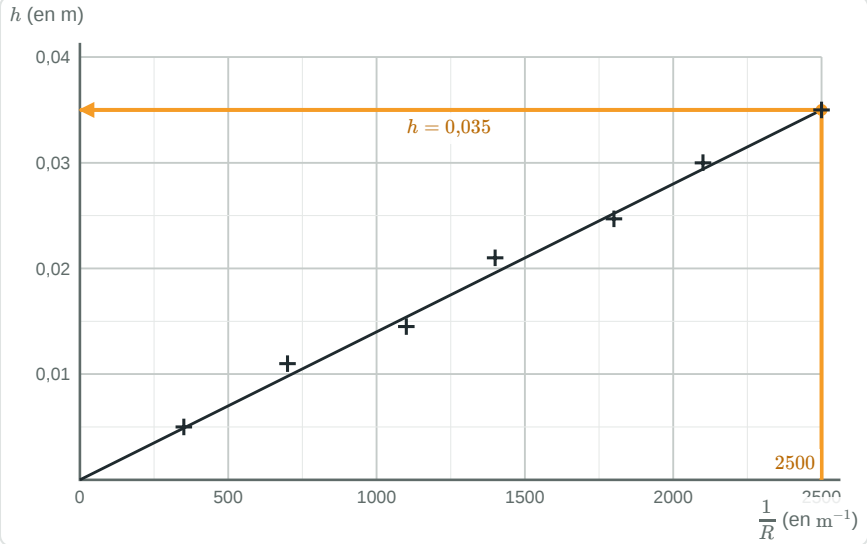
Regard critique. L'écart est faible (environ $3\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$) et les deux lectures graphiques sont peu précises, de même que θ_C, donné à « environ » 57°. Le film est vraisemblablement utilisable, sans grande marge de sécurité.

Oui : après traitement, $\gamma_P \approx 4{,}8 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1} > \gamma_{encre} = 4{,}5 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; l'encre à l'eau mouille le film, avec une marge réduite.

PIÈGE
Lire le document 4 sur la mauvaise courbe : la courbe ② donnerait $\gamma_P \approx 0{,}031\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ et une conclusion opposée. Le choix de la courbe ③ doit être justifié par le calcul de γ_L.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme ρ, g et la lecture de h. Le coefficient directeur se calcule avec un point de la droite tracée, loin de l'origine, et non avec un point de mesure isolé.

MÉTHODE
Résolution de problème : partir de la grandeur cherchée (γ_P), repérer le document qui la fournit, puis remonter aux grandeurs manquantes (γ_L). Annoncer ce plan avant de calculer : la démarche est notée même inaboutie.



2 · Document 3 : droite moyenne passant par l'origine et point utilisé pour le coefficient directeur

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{0.035}{2500} \approx 1.4 \times 10^{-5}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{3} \times 9.8 \times 1.4 \times 10^{-5}}{2} \approx 0.0686$$