

Partie 2 : mesure de la concentration de sucre par polarimétrie (3 points)

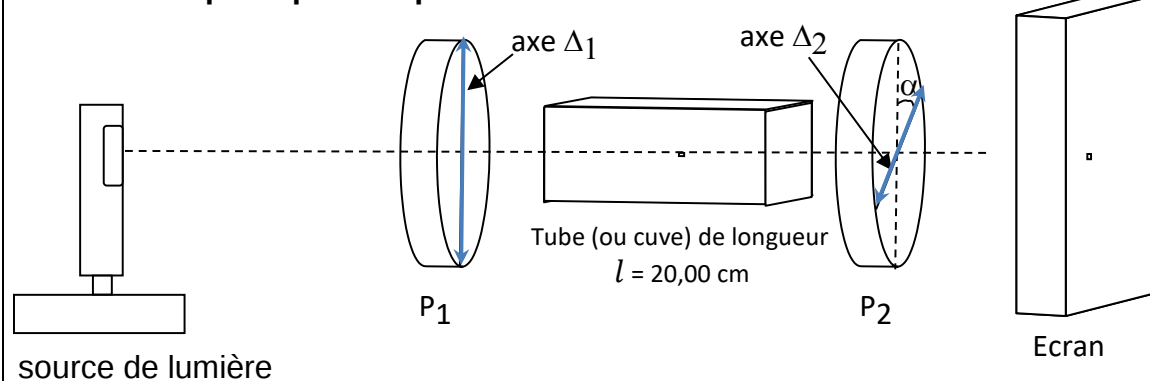
Une des techniques envisagées pour mesurer la concentration en sucre dans le moût est la polarimétrie.

Polarimètre de Laurent



Caractéristiques générales :
Échelle de polarisation : $\pm 180^\circ$.
Résolution : $0,05^\circ$
Ampoule : sodium 589,44 nm
Livré avec tube de 10,00 et 20,00 cm

Schéma de principe d'un polarimètre



Loi de Biot

Le pouvoir rotatoire d'une solution optiquement active est proportionnel à sa concentration en masse de soluté C_m . Il suit la loi : $\alpha = [\alpha_0] \times \ell \times C_m$.

- α : pouvoir rotatoire ($^\circ$)
- $[\alpha_0]$: pouvoir rotatoire spécifique du soluté ($^\circ \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^2$)
- ℓ : longueur de la cuve contenant la solution (cm)
- C_m : concentration en masse de soluté en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

2.1. Préciser la caractéristique principale de la source de lumière du polarimètre de Laurent.

Lorsque la cuve contient de l'eau distillée et que les axes Δ_1 et Δ_2 des polariseurs P_1 et P_2 sont perpendiculaires, on n'observe aucune lumière sur l'écran (extinction totale).

On remplace l'eau distillée par une solution de glucose de concentration en masse C_m dans la cuve (ou tube) de longueur $\ell = 20,00$ cm placée entre P_1 et P_2 , sans modifier les positions des axes Δ_1 et Δ_2 .

2.2. Justifier le fait que l'écran est à nouveau éclairé.

Pour obtenir à nouveau l'extinction totale, on doit tourner l'axe Δ_2 d'un angle $\alpha = 11,00^\circ$ vers la droite, ceci en regardant la source.

On désigne par $[\alpha_0]$ le pouvoir rotatoire spécifique du sucre utilisé.

Donnée : $[\alpha_0]_{\text{glucose}} = 5,2^\circ \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^2$

2.3. En exploitant la loi de Biot, montrer que la valeur de la concentration en masse C_m de la solution de glucose vaut $106 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

2.4. Identifier deux sources d'erreur lors de la détermination de la concentration en masse C_m .

On s'intéresse maintenant à la qualité de la mesure de la concentration en masse C_m . On peut estimer l'incertitude-type sur la mesure de C_m à l'aide de la relation suivante :

$$u(C_m) = C_m \times \sqrt{\left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u([\alpha_0])}{[\alpha_0]}\right)^2 + \left(\frac{u(\alpha)}{\alpha}\right)^2}$$

- l'incertitude-type sur la longueur de la cuve vaut $u(\ell) = 0,04$ cm,
- l'incertitude-type sur le pouvoir rotatoire mesuré vaut $u(\alpha) = 0,02^\circ$,
- on négligera l'incertitude-type sur le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha_0]$ du glucose par rapport aux autres incertitudes-types à prendre en compte.

2.5. Calculer l'incertitude-type $u(C_m)$ sur la concentration en masse C_m de la solution de glucose.

2.6. Exprimer le résultat de la mesure de la concentration en masse C_m accompagnée de son incertitude-type associée.

Dans le cas d'un mélange, le pouvoir rotatoire de la solution est égal à la somme des pouvoirs rotatoires de chaque espèce optiquement active. Le fructose et le glucose n'ayant pas le même pouvoir rotatoire spécifique, il n'est pas possible d'utiliser cette méthode polarimétrique pour déterminer la concentration totale en masse du sucre dans le moût car on ne connaît pas la proportion du glucose et du fructose.