



Autour du nylon

Baccalauréat STL – épreuve de SPCL – Métropole, septembre 2024

PARTIE A – Étude d'une nouvelle voie d'obtention du nylon (8 points)



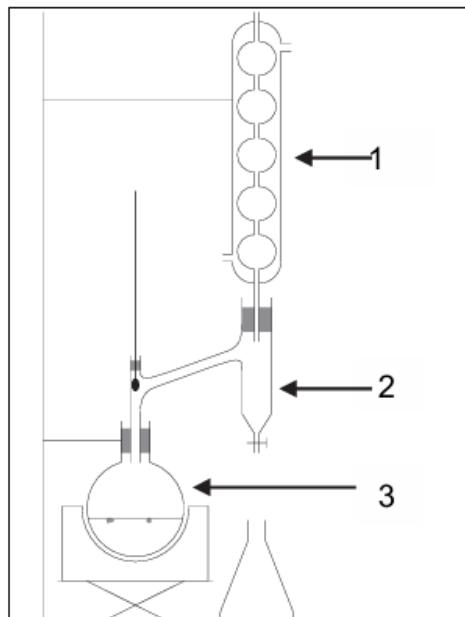
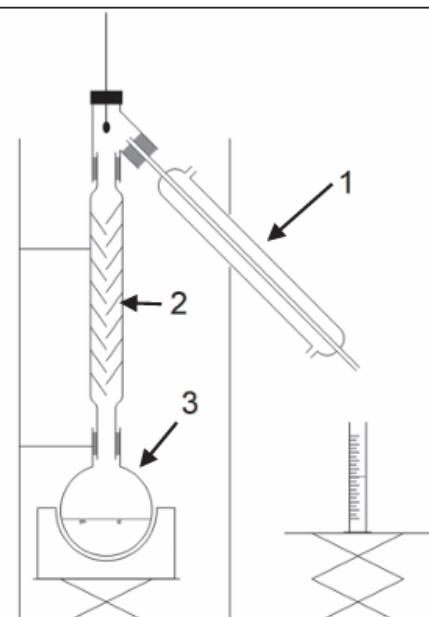
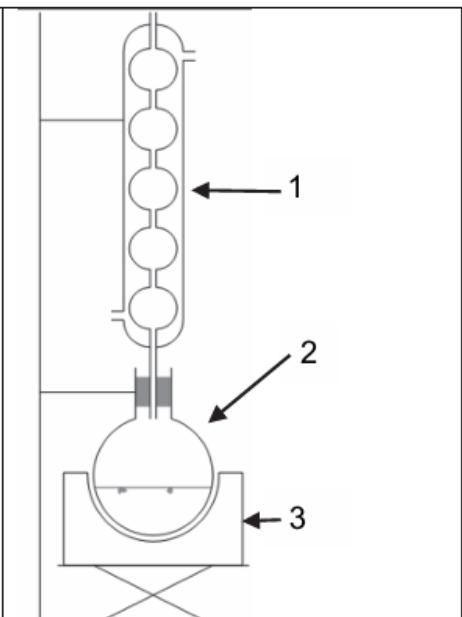
A.1. Pictogrammes :



nocif, irritant ;

corrosif.

A.2.

		
Nom : Montage de Dean Stark	Nom : Montage de distillation fractionnée	Nom : Montage à reflux
1 : 2 : 3 :	1 : 2 : 3 :	1 : Réfrigérant à boules 2 : Ballon contenant le mélange 3 : Chauffe ballon

A.3. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur.

A.4. Cela évite de détériorer les composés thermolabiles. (Limite également la consommation d'énergie)



A.5. On calcule les quantités de matière de chaque réactif.

$$n_{\text{ac adip}} = \frac{m}{M} = \frac{14,62}{146,15} = 0,100 \text{ mol}$$

$$n_{\text{méthanol}} = \frac{m}{M} = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{0,79 \times 80}{32,04} = 1,97 \text{ mol}$$

D'après l'équation bilan on a $\frac{n_{\text{éthanol}}}{2} = n_{\text{ac adip}}$ pour les proportions stœchiométriques.

Or ici $\frac{n_{\text{éthanol}}}{2} = 0,99 \text{ mol} \gg 0,100 \text{ mol}$

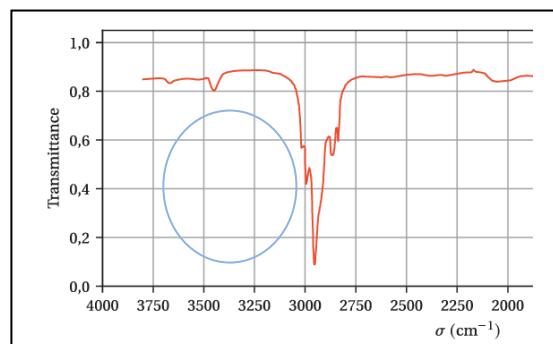
Le méthanol est bien introduit en excès.

Cet excès permet un déplacement de l'équilibre dans le sens direct et donc une amélioration du rendement de la synthèse.

A.6. Si l'échantillon est correctement purifié, il ne doit plus contenir de traces des réactifs.

Les réactifs possèdent tous une ou plusieurs liaisons H-O. Il ne faut donc pas qu'il y ait de pic caractéristique de la liaison O-H (alcool) ou O-H (acide carboxylique) dans le spectre IR de l'échantillon.

Il n'y a bien aucun pic au-delà de 3000 cm^{-1} . (Cercle bleu)



A.7. On calcule d'abord la masse théorique maximale d'adipate de diméthyle que l'on peut obtenir (si la réaction était totale).

D'après l'équation bilan on a $n_{\text{adipate max}} = n_{\text{initiale ac adip}}$ car c'est le réactif en défaut.

Donc $n_{\text{adipate max}} = 0,100 \text{ mol}$ et on obtient $m_{\text{adipate max}} = n \times M = 0,100 \times 174,14 = 17,4 \text{ g}$

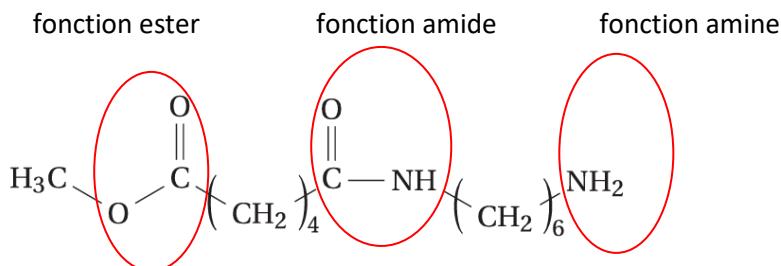
On peut alors calculer le rendement

$$R = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théorique}}} = \frac{8,03}{17,4} = 0,46$$

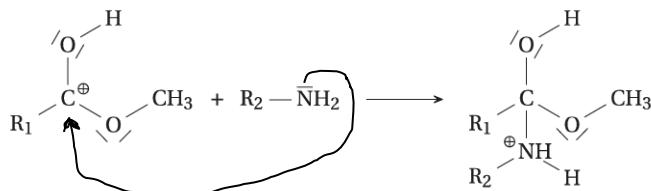
Ce rendement est inférieur au rendement d'une estérification dans des proportions stœchiométriques ($\approx 0,67$)

A.8. Le phénol est un acide selon Brönsted car il peut céder un proton H^+ . $AH \rightarrow A^- + H^+$

A.9.



A.10.



C'est une réaction d'addition.

A.11. Les protons H^+ sont bien présents initialement, réagissent puis sont régénérés en fin de réaction.



A.12. Le carbocation est une molécule du type AX_3 (pas de doublet non liant). Il a donc une géométrie trigonale plane.

A.13. On nomme ce mélange : mélange racémique.

PARTIE B : Régulation de température lors de la polymérisation (5 points)

B.1. On connaît le débit volumique $q_v = 7,0 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$

Grâce à la masse volumique on sait que 1 m^3 a une masse de 832 kg .

Le débit est donc de $7,0 \times 832 \text{ kg.h}^{-1}$ soit 5824 kg.h^{-1}

On en déduit le débit en masse q_m en divisant par 3600 pour avoir une masse par seconde.

$$q_m = \frac{5824}{3600} = 1,62 \text{ kg.s}^{-1}$$

B.2. $q_m = \frac{m}{\Delta t}$

B.3. On a les relations $Q = m.c.(\theta_s - \theta_e)$; $Q = \Phi_F \cdot \Delta t$ et $m = q_m \cdot \Delta t$

donc $\Phi_F \cdot \Delta t = q_m \cdot \Delta t \cdot c.(\theta_s - \theta_e)$ donc $\Phi_F = q_m \cdot c.(\theta_s - \theta_e)$

$$\text{On isole alors } \theta_s : (\theta_s - \theta_e) = \frac{\Phi_F}{q_m \cdot c} \quad \text{donc } \theta_s = \frac{\Phi_F}{q_m \cdot c} + \theta_e$$

B.4. Application numérique :

$$\theta_s = \frac{19000}{1,62 \times 2450} + 270 = 275 \text{ }^\circ\text{C}$$

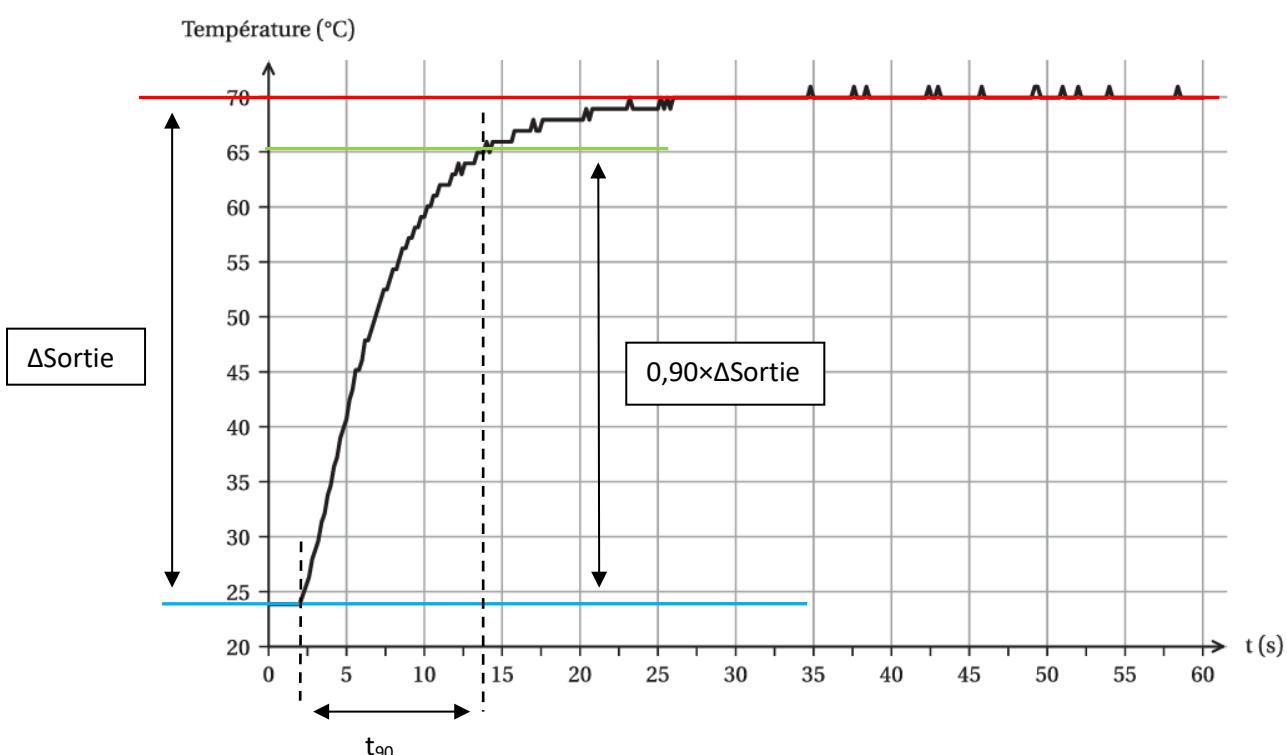
La valeur obtenue est inférieure à la valeur de consigne.

Il faudrait diminuer le débit en masse afin que le fluide ait plus de temps pour chauffer à l'intérieur de la chaudière.

B.5. L'entrée analogique de la carte du microcontrôleur est « A0 ».

Ligne de code 4 : $\text{theta} = (\text{R}-100)/0.385$;

B.6.





Il suffit de suivre les consignes du document 4.

On mesure ΔS ortie = 70 – 24 = 46 °C

On calcule 90% de ΔS ortie soit $0,90 \times 46 = 41,4$ °C

On repère les abscisses de début de changement de température et celui correspondant à $24 + 41,4 = 65,4$ °C (Voir schéma)

On obtient graphiquement $t_{90} \approx 14 - 2 = 12$ s

Le temps de réponse de la sonde est bien à celui exigé : $t_{90} < 20$ s. La sonde PT100 est utilisable.

PARTIE C : Contrôle du diamètre des fibres de nylon (7 points)

C.1. La diffraction

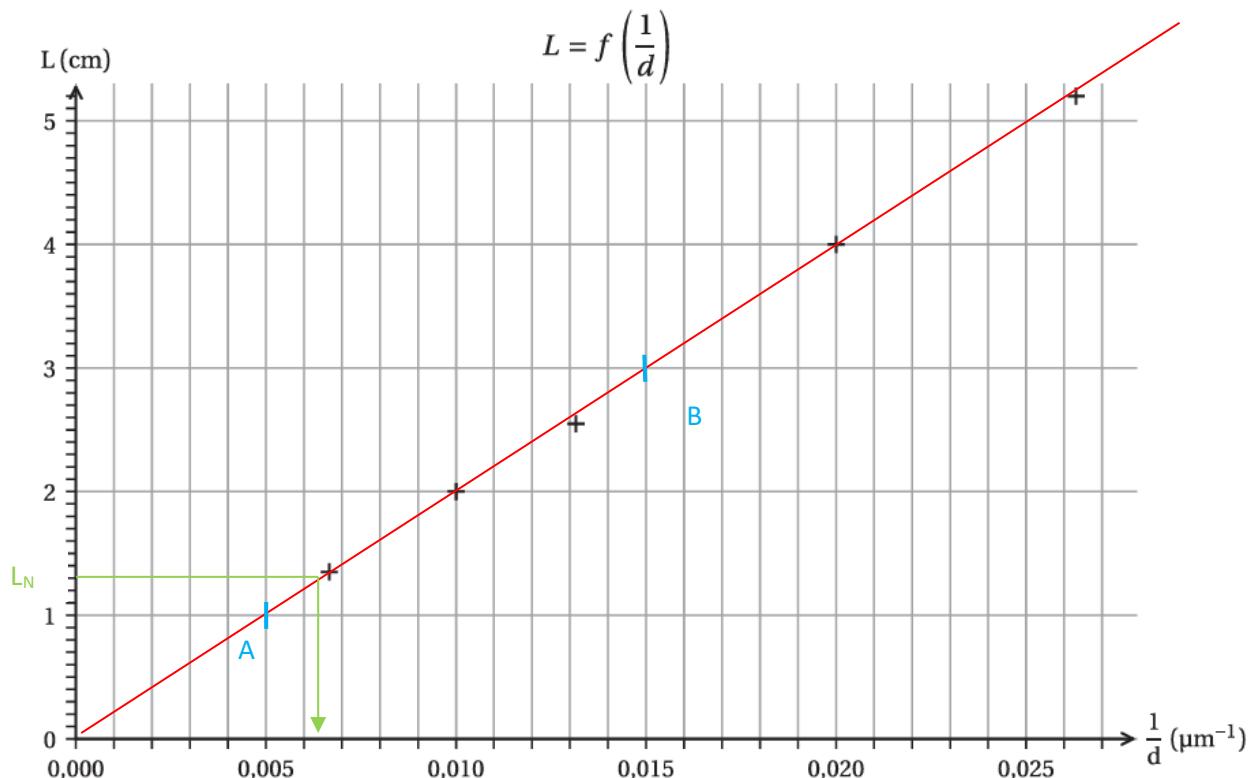
C.2. Longueur d'onde : $\lambda = \frac{c}{f}$ donc $\lambda = \frac{3,00 \cdot 10^8}{5,64 \cdot 10^{14}} = 5,32 \cdot 10^{-7} m$ soit 532 nm.

D'après les données, la couleur du LASER est : vert.

C.3. Graphiquement $L_N = 2,825 - 1,550 = 1,275$ cm soit $L_N = 1,3$ cm

ou à l'aide d'un étalonnage : 1 cm \leftrightarrow 2,7 cm et la tache mesure 3,4 cm sur le document. Donc $L_N = 3,4 / 2,7 = 1,3$ cm.

C.4.



On calcule le coefficient directeur à l'aide des points A et B de la courbes tracées.

$$k = \frac{y_A - y_B}{x_A - x_B} = \frac{1.10^{-2} - 3.10^{-2}}{0.005 \cdot 10^6 - 0.015 \cdot 10^6} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

C.5. Par lecture graphique (En vert sur le schéma ci-dessus) on peut lire $\frac{1}{d_N} = 0,0063$

$$\text{soit } d_N = \frac{1}{0,0063} = 158,73 \mu\text{m}$$



C.6. On applique la relation proposée.

$$u(d_N) = 158,73 \times \sqrt{\left(\frac{5}{532}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{1,97}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{1,3}\right)^2}$$

$$u(d_N) = 12 \text{ } \mu\text{m} \quad \text{donc } d_N = (1,6 \pm 0,1) \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

C.7. On calcule l'écart normalisé E.

$$E = \frac{|120 - 160|}{12} = 3,3$$

E > 2. La fibre analysée n'est pas conforme à l'indication du fabricant.