

ETUDE D'UN PROCEDE INDUSTRIEL DE SYNTHESE DE L'ETBE

A. Transformation du butadiène en but-1-ène et synthèse de l'ETBE

A.1. Catalyse de l'hydrogénation partielle du butadiène (réacteur R1)

A.1.1. Un catalyseur est une espèce chimique qui intervient dans le mécanisme d'une réaction, mais pas dans le bilan global.

A.1.2. Un catalyseur diminue l'énergie d'activation de la réaction.

A.1.3. Le catalyseur est solide alors que la réaction se passe dans un solvant liquide avec H₂ qui est gazeux : la catalyse est hétérogène.

A.2. Réaction d'hydrogénation partielle du butadiène



A.2.2. $v = 0,923 \times C_{\text{but}} \times \sqrt{C_{\text{H}_2}} = 0,923 \times 0,203 \times \sqrt{0,271} = 9,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$ pour 1 kg de catalyseur

A.2.3. D'après le calcul de la question A.2.2., en une heure, soit 3600 secondes, on produit :

$$n = 9,75 \cdot 10^{-2} \times 3600 = 351 \text{ mol de but-1-ène}$$

Donc une masse

$$m = n \times M = 56,10 \times 351 = 19,7 \cdot 10^3 \text{ g} = 19,7 \text{ kg}$$

On produit donc bien plus de 15 kg de but-1-ène par heure et par kilogramme de catalyseur.

A.3. Synthèse de l'ETBE (réacteur R2)

A.3.1. La température de sortie est supérieure à la température d'entrée. Il y a donc une libération d'énergie lors de la transformation : le processus est exothermique.

A.3.2.



A.3.3. Il s'agit d'une addition.

B. Régulation de température et contrôles analytiques

B.1. Régulation de la température en sortie du réacteur R2

B.1.1.

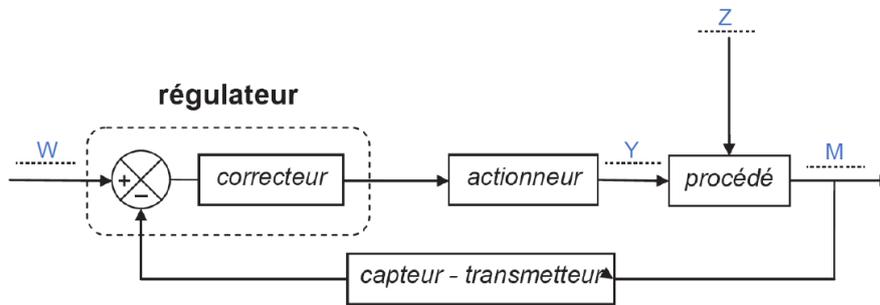
perturbation Z : température du mélange injecté

grandeur réglée M : température du mélange de sortie

grandeur réglante Y : débit du mélange d'entrée

B.1.2. La consigne W est une température : 120°C.

B.1.3.



B.1.4. $\dot{i} = 7,19 \text{ mA}$

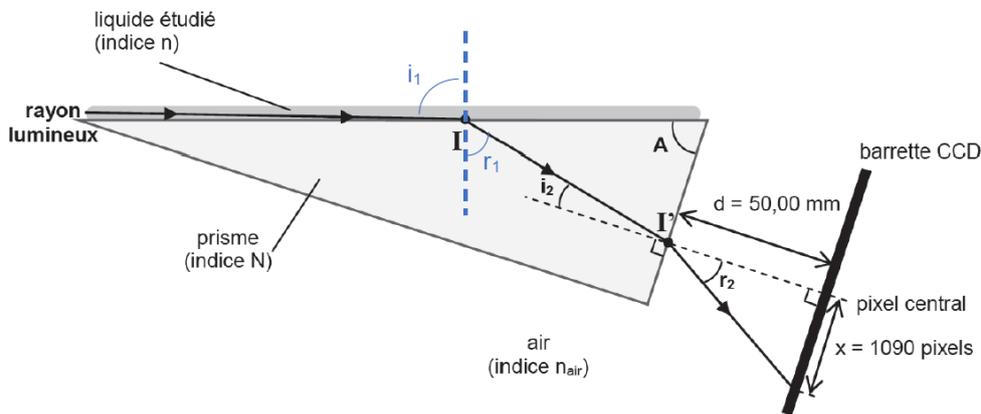
B.1.5. $U(i) = k \times \frac{\sigma(i)}{\sqrt{n}} = 2,57 \times \frac{1,47 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{6}} = 0,0154 \text{ mA}$

B.1.6. $i = (7,19 \pm 0,02) \text{ mA}$

B.1.7. $\frac{0,02}{7,19} \approx 0,003 < 1\%$ donc oui les mesures sont cohérentes

B.2. Contrôle de la composition des liquides en sortie de R2

B.2.1.



B.2.2. Un pixel a une taille de $8 \mu\text{m}$, donc $x = 1090 \times 8 \cdot 10^{-6} = 8,72 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

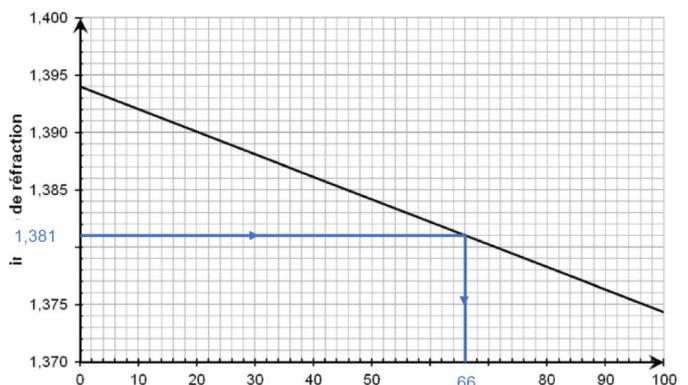
D'après la figure, on a $\tan(r_2) = \frac{8,72 \cdot 10^{-3}}{50,00 \cdot 10^{-3}} = 1,744 \cdot 10^{-1}$

Donc $r_2 = \arctan(1,744 \cdot 10^{-1}) = 9,89^\circ$

B.2.3. D'après la 2e loi de Descartes en I', on a : $N \times \sin(i_2) = n_{\text{air}} \times \sin(r_2)$

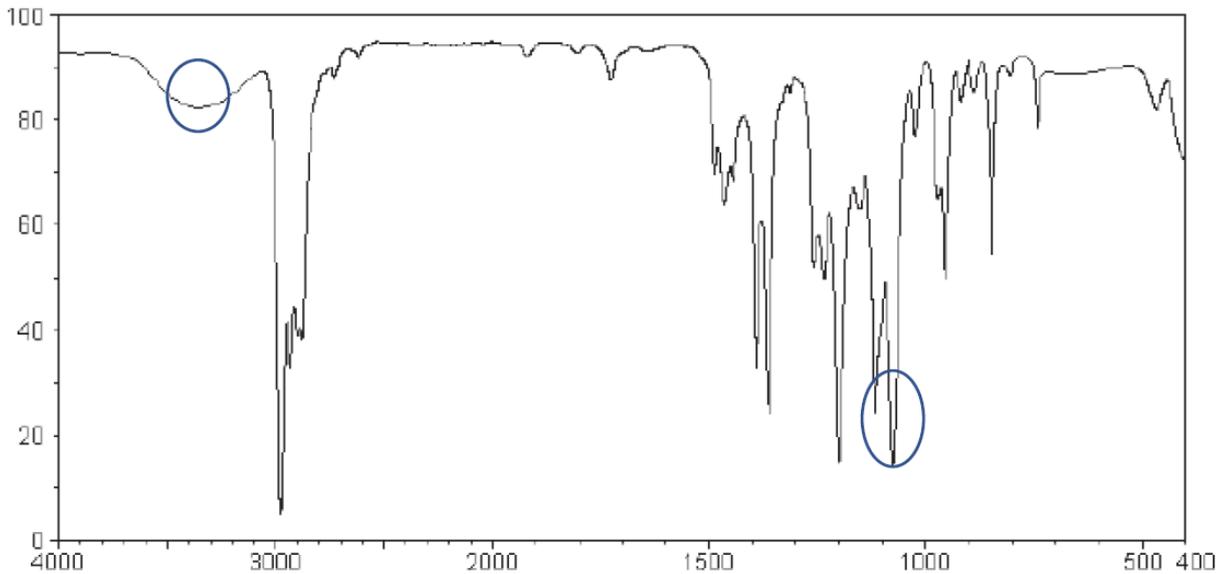
B.2.4. $n \approx N \times \sin(A - 5,794^\circ) \approx 1,702 \times \sin(60 - 5,794) \approx 1381$

B.2.5. Le pourcentage massique en ETBE est de 66%.



B.3. Contrôle spectroscopique en sortie de colonne de distillation

Le spectre fait apparaître :



- une bande large vers 3300 cm^{-1} , cette bande est due à la présence d'une liaison O-H.
- Une bande fine vers 1050 cm^{-1} , due à la présence d'une liaison $\text{C}_{\text{tet}}\text{-OH}$.

Ces deux bandes ne peuvent provenir que de l'éthanol.

C. Effets des additifs dans l'essence

C.1. Enthalpie de vaporisation

C.1.1. L'enthalpie massique de vaporisation (en $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) est l'énergie qu'il faut fournir à 1 kg de liquide à la température de vaporisation pour qu'il se transforme en gaz.

C.1.2. À froid, il faut apporter plus d'énergie à l'éthanol pour pouvoir le vaporiser. À chaud, une partie de cette énergie est fournie par l'énergie thermique récupérée de la combustion.

C.2. Avantages et inconvénients d'un additif

C.2.1.

- L'utilisation d'additif permet de diminuer la quantité d'essence, donc d'énergie fossile.
- Ils ont tous les deux un indice d'octane plus élevée que l'essence.

C.2.2.

Avantages :

- L'ETBE est miscible en toutes proportions à l'essence.
- Il a une enthalpie de vaporisation plus faible que l'éthanol, et on a vu que c'est un avantage pour le démarrage à froid.
- Il n'y a pas de problème d'hydratation qui peut arriver avec l'éthanol.

Inconvénients :

- L'ETBE a une faible biodégradabilité.
- Il faut fabriquer l'ETBE à partir de l'éthanol : il y a donc des étapes de synthèse supplémentaires.