

Recyclage du solvant acétone par distillation fractionnée

Éléments de correction

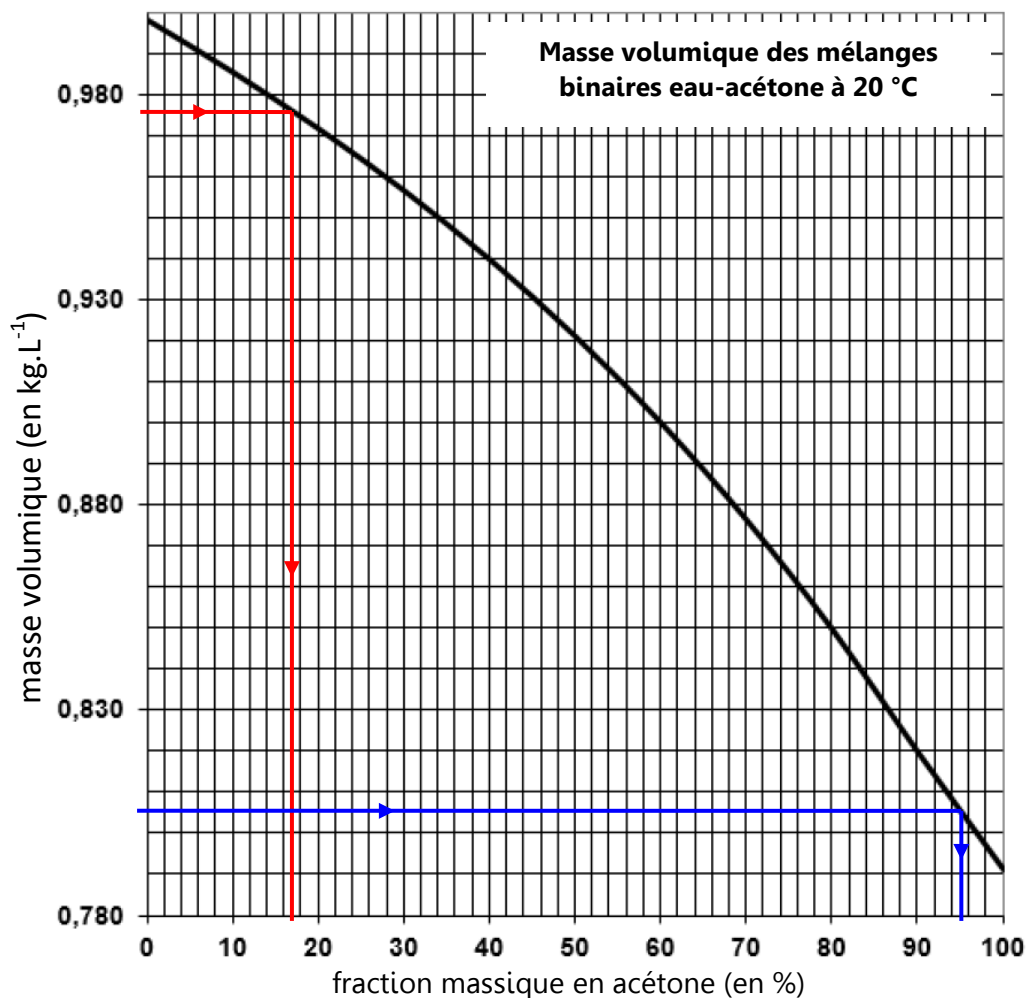
I. Préparation et réalisation de la distillation.

1. Sur le *diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur des mélanges binaires eau-acétone*, si on se place à la fraction molaire 1 en acétone (100 % d'acétone), on obtient la température d'ébullition de l'acétone pure : 57 °C. Si on se place à la fraction molaire 0 en acétone (0 % d'acétone et donc 100 % d'eau), on obtient la température d'ébullition de l'eau pure : 100 °C.

Le composé le plus volatil est celui dont la température d'ébullition est la plus faible : il s'agit de l'acétone (avec une température d'ébullition de 57 °C).

2. masse volumique $\rho = \frac{m}{V} = \frac{97,6 \times 10^{-3}}{100,0 \times 10^{-3}} = 0,976 \text{ kg/L}$

sur le *diagramme masse volumique des mélanges binaires eau-acétone*, on se place à une masse volumique de 0,976 kg/L et on trouve une fraction massique en acétone de 17 % (voir tracé en rouge ci-dessous).

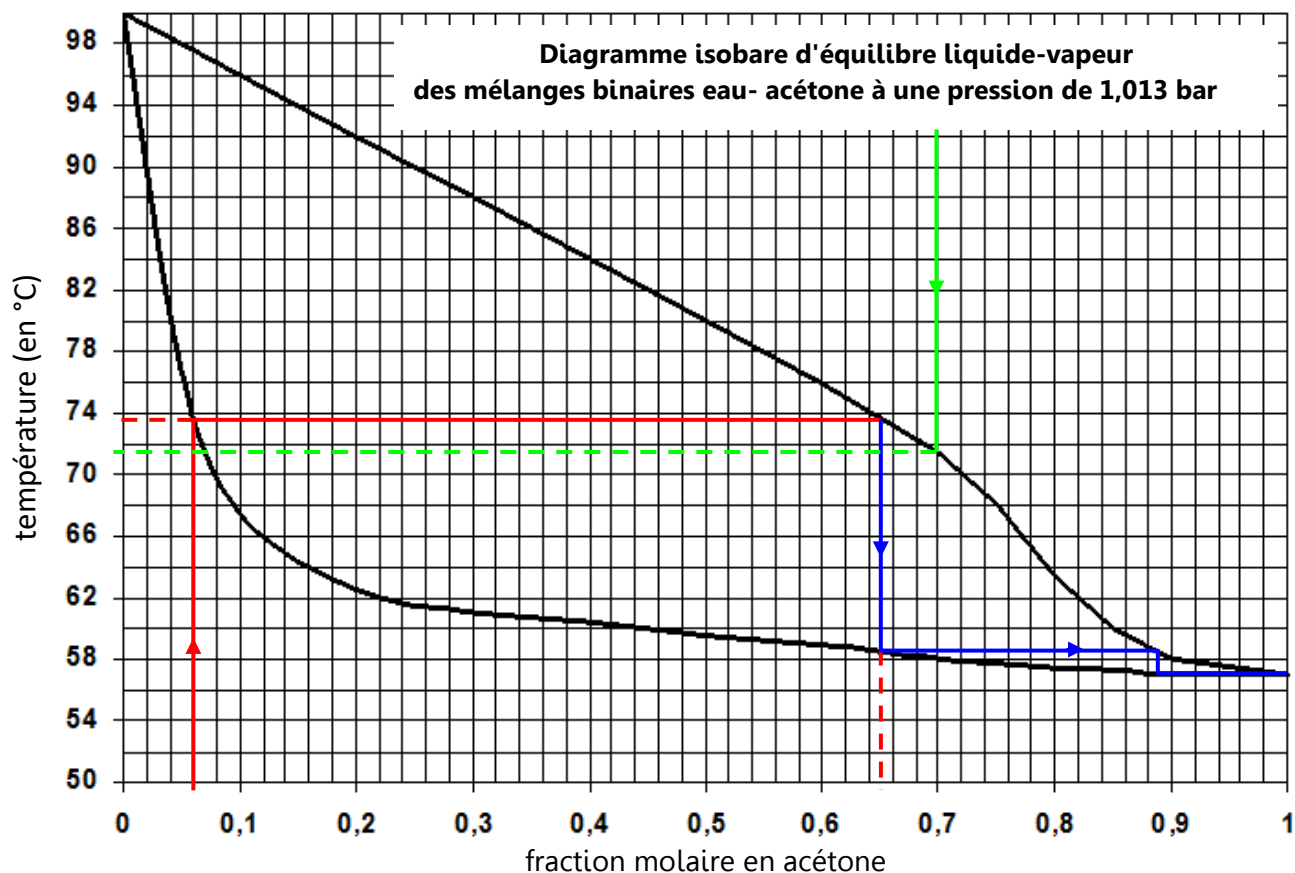


donc $m_{\text{acétone}} = 17 \% \text{ de } m_{\text{totale}} = \frac{17}{100} \times 97,6 = 16,6 \text{ g}$ et $m_{\text{eau}} = m_{\text{totale}} - m_{\text{acétone}} = 97,6 - 16,6 = 81,0 \text{ g}$

donc $n_{\text{acétone}} = \frac{m_{\text{acétone}}}{M_{\text{acétone}}} = \frac{16,6}{58,08} = 0,286 \text{ mol}$ et $n_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} = \frac{81,0}{18,02} = 4,50 \text{ mol}$

la fraction molaire en acétone est $\frac{n_{\text{acétone}}}{n_{\text{totale}}} = \frac{n_{\text{acétone}}}{n_{\text{acétone}} + n_{\text{eau}}} = \frac{0,286}{0,286 + 4,50} = 0,060$ soit 6,0 %

3. Sur le *diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur des mélanges binaires eau-acétone*, on part de liquide à la fraction molaire 0,060 en acétone et on trouve une température d'ébullition de 73,5 °C et des premières bulles de vapeur contenant (0,65 soit) 65 % d'acétone et 35 % d'eau (voir tracé en rouge ci-dessous).



4. En supposant que la colonne à distiller est idéale, on trouve une température en tête de colonne de 57 °C et un distillat contenant (1 soit) 100 % d'acétone, donc de l'acétone pure (voir tracé en rouge et en bleu, à la fin de la question 3).

5. En réalité, comme il y a une colonne de distillation, on obtient plus que 65 % d'acétone pour les premières gouttes de distillat mais, comme cette colonne à distiller n'est pas idéale, on obtient moins que 100 % d'acétone.

6. Sur le *diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur des mélanges binaires eau-acétone*, on part de vapeur à 70 % massique d'acétone, c'est-à-dire de vapeur à la fraction molaire 0,70 en acétone et on trouve une température de liquéfaction de 71 °C (voir tracé en vert, à la fin de la question 3).

Pour que le distillat contienne au moins 88 % d'acétone en masse, la température maximale à ne pas dépasser en tête de colonne est de 71 °C.

7. Préparation du montage de distillation fractionnée avec un thermomètre en tête de colonne, 100,0 mL de "déchet" (mesurés à la fiole jaugée), de la pierre ponce...

8. Réaliser la distillation en maintenant un goutte-à-goutte de distillat de 1 à 2 gouttes par seconde en éloignant plus ou moins le chauffe-ballon grâce au support élévateur.

II. Analyse du résultat de la distillation.

9. On obtient par exemple $V_{\text{distillat}} = 16 \text{ mL}$ de distillat avant que la température en tête de colonne dépasse 71 °C.

10. Pour mesurer précisément la masse volumique du distillat, on en prélève un volume précis (par exemple $V = 10,0$ mL avec une pipette jaugée) que l'on pèse avec une balance précise (on trouve par exemple $m = 8,05$ g).

La masse volumique du distillat est alors $\rho_{\text{distillat}} = \frac{m}{V} = \frac{8,05 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}} = 0,805$ kg/L

Sur le *diagramme masse volumique des mélanges binaires eau-acétone*, on se place à une masse volumique de 0,805 kg/L et on trouve une fraction massique en acétone de 95 % (voir tracé en bleu, à la fin de la question 2).

$$m_{\text{acétone}} = 95 \% \text{ de } m_{\text{distillat}} = \frac{95}{100} \times m_{\text{distillat}} = \frac{95}{100} \times \rho_{\text{distillat}} \times V_{\text{distillat}} = \frac{95}{100} \times 0,805 \times 16 \times 10^{-3} = 0,012 \text{ kg} = 12 \text{ g}$$

$$n_{\text{acétone}} = \frac{m_{\text{acétone}}}{M_{\text{acétone}}} = \frac{12}{58,08} = 0,21 \text{ mol}$$

11. Le rendement de la distillation est $\eta = \frac{n_{\text{acétone obtenu}}}{n_{\text{acétone initial}}} = \frac{0,21}{0,286} = 0,73$ soit 73 %