



Diagrammes binaires liquide-vapeur (complément)

Etude de distillations

1. *Distillations dans un laboratoire de lycée*

1. Proposer une expérience pour mettre en évidence la différence entre distillation simple et distillation fractionnée ?
2. Faire le schéma annoté d'une distillation fractionnée.
3. Quelle est la différence de principe entre hydrodistillation et distillation fractionnée ?

2. *Etude d'un diagramme binaire*

Soit un mélange de deux constituants notés A et B, totalement miscibles à l'état liquide. On propose de noter :

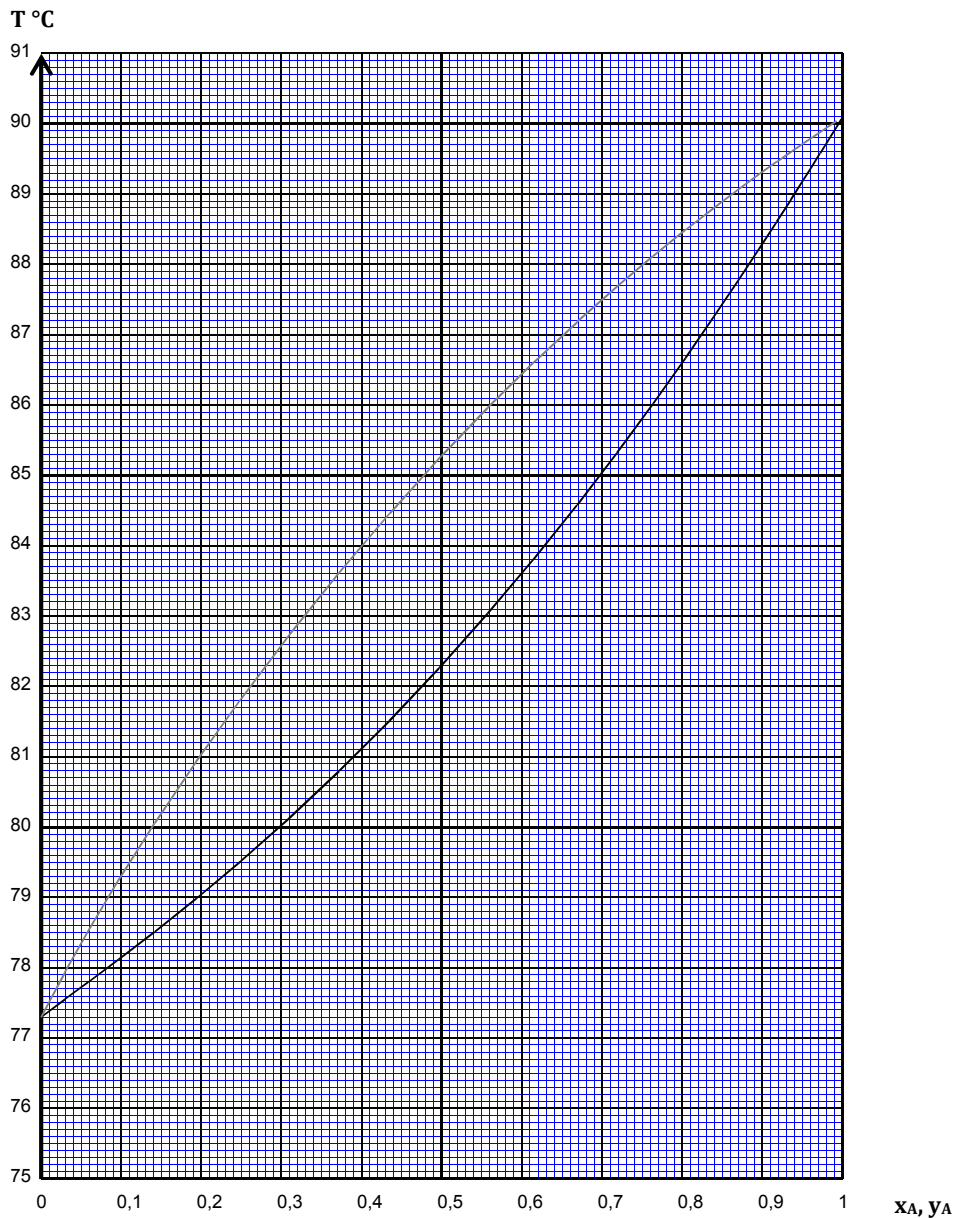
- x_A : fraction molaire de A dans la phase liquide ; x_B : fraction molaire de B dans la phase liquide.
- y_A : fraction molaire de A dans la phase vapeur ; y_B : fraction molaire de B dans la phase vapeur.
- T_A^* : température d'ébullition de A ; T_B^* : température d'ébullition de B (à P donnée)

Le diagramme binaire isobare ($P = 1,0$ bar) est reproduit à la page suivante.

1. Nommer les courbes $T = f(x_A)$ et $T = f(y_A)$, donner la signification des différents domaines.
2. Quel est le composé le plus volatil ? En déduire une comparaison des pressions de vapeur saturante de A et B à une température T donnée.

On réalise au laboratoire la distillation d'un mélange de A et B de composition initiale $x_A = 0,8$:

3. On suppose que la colonne a un pouvoir séparateur suffisant : que récupère-t-on dans le distillat ?
4. Comment évolue la température en tête de colonne ? Pour cela on tracera l'allure de la courbe $T = f(\text{nombre de moles distillées})$ en supposant que l'on distille le mélange jusqu'au bout.
5. Parallèlement, comment évolue la température dans le bouilleur ?



3. Application au mélange méthanol-butanone

On s'intéresse ici au mélange binaire de **méthanol** (composé **1**) et de **butanone** (composé **2**). L'installation de distillation est schématisée de façon simplifiée ci-après et comprend deux colonnes, fonctionnant à des pressions différentes. Les pressions totales seront considérées comme constantes et égales à 1,0 bar dans la première colonne, et 0,10 bar dans la deuxième colonne. Les diagrammes binaires isobares sont fournis ci-après.

1. Au vu des diagrammes, le mélange peut-il être considéré comme idéal ? Pouvait-on le prévoir ?
2. Justifier le fait que le premier diagramme a été obtenu sous une pression totale supérieure à celle utilisée pour le second diagramme.
3. Comment nomme-t-on le mélange correspondant au minimum dans ces diagrammes ? Calculer la variance d'un système constitué de ce mélange particulier en équilibre avec sa vapeur et commenter la valeur obtenue.
4. Commenter le fait que l'abscisse du minimum n'est pas la même dans ces deux diagrammes.

Diagramme de phases isobare méthanol-butanone (P = 1,0 bar)

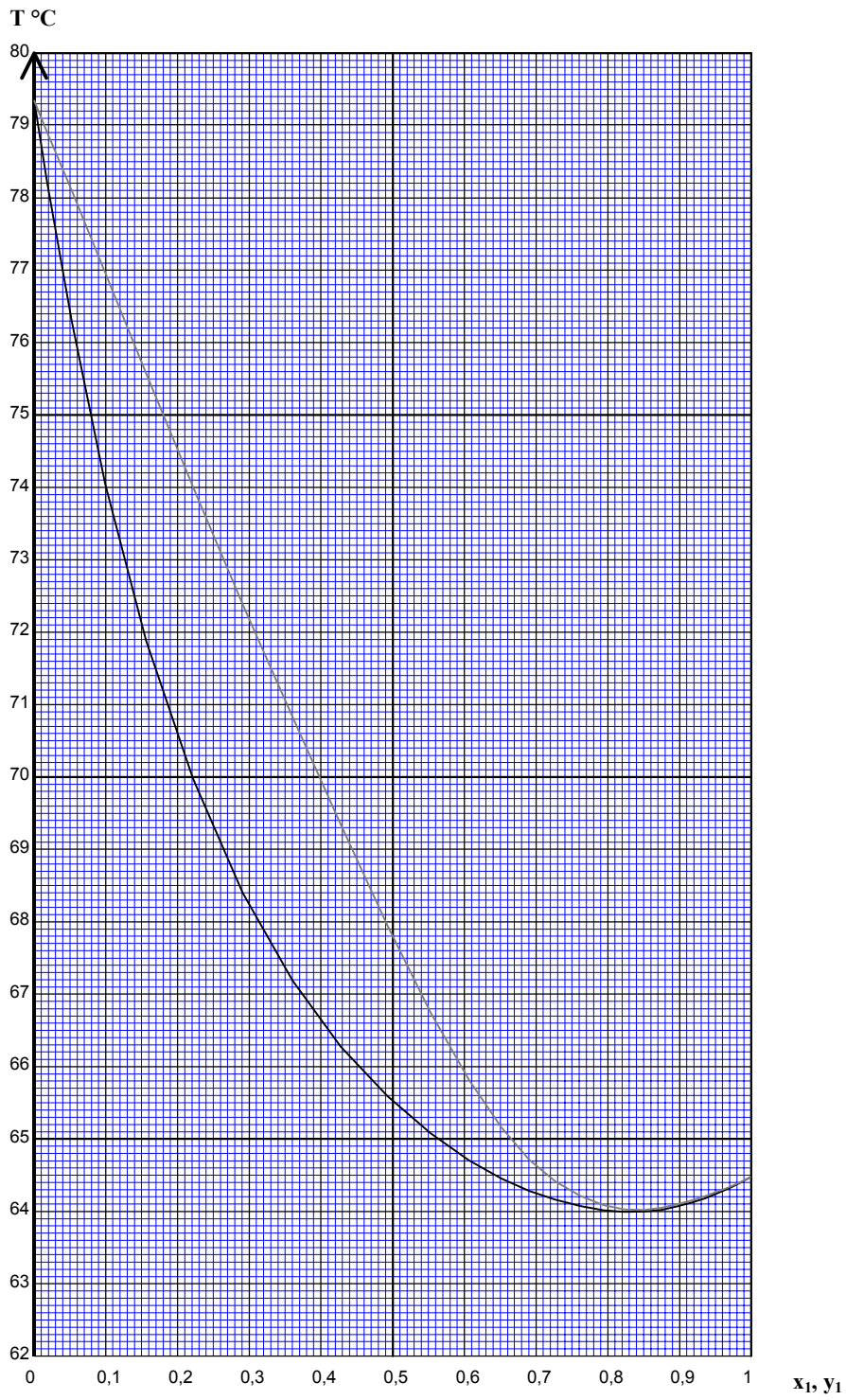
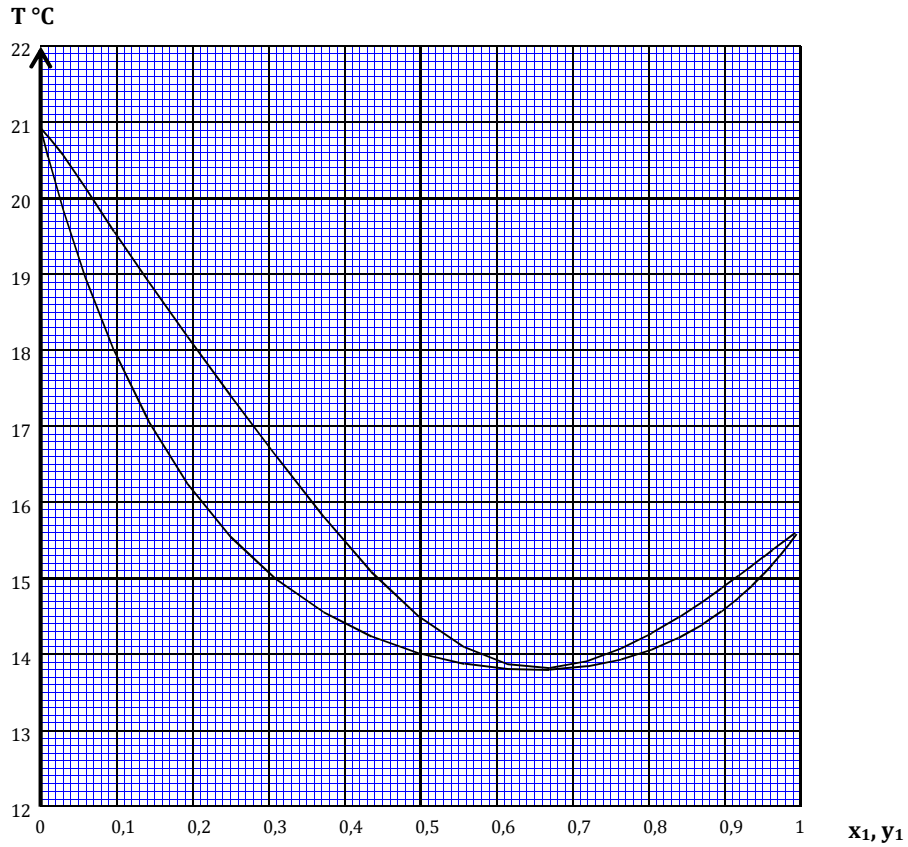
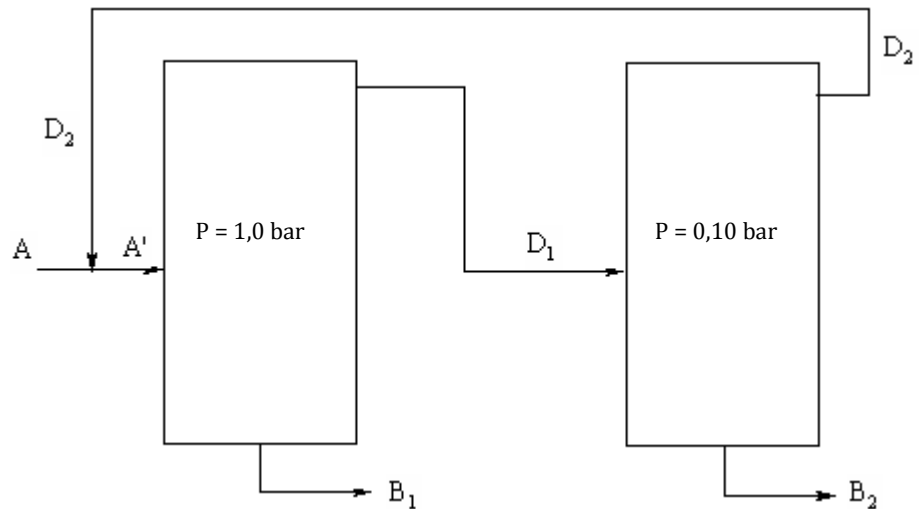


Diagramme de phases isobare méthanol-butanone (P = 0,10 bar)



L'ensemble des deux colonnes est alimenté en mélange liquide avec un débit molaire A . Dans la première colonne, le distillat sort avec un débit molaire D_1 et une fraction molaire x_{D1} en méthanol. Le résidu en bas de la première colonne sort avec un débit molaire B_1 et une fraction molaire x_{B1} en méthanol. La deuxième colonne est alimentée par le distillat de la première colonne. Le distillat de la seconde colonne sort avec un débit molaire D_2 et une composition x_{D2} en méthanol. Ce distillat est recyclé pour alimenter la première colonne.

Schéma de principe d'une installation de distillation à deux colonnes à pressions différentes



5. A partir des diagrammes binaires fournis ci-après, et en supposant que les colonnes ont un excellent pouvoir séparateur, quelles seront les compositions du résidu B_1 et du distillat D_1 , si l'alimentation A' a une fraction molaire proche de 0,5 ?

6. De même, quelles seront les compositions du résidu B_2 et du distillat D_2 ? Quel est l'intérêt de cette installation à deux colonnes par rapport à une distillation classique à une colonne ?
7. Le débit D_2 est égal à $80,8 \text{ kmol.h}^{-1}$ et sa composition en méthanol est $x_{D_2} = 0,67$. L'alimentation de la deuxième colonne a un débit $D_1 = 139,1 \text{ kmol.h}^{-1}$ et sa composition en méthanol est $x_{D_1} = 0,80$. Par un raisonnement fondé sur des bilans de matière (global et en méthanol), calculer le débit de sortie B_2 ainsi que sa composition en méthanol x_{B_2} .
8. L'alimentation de l'ensemble des deux colonnes a un débit A égal à 100 kmol.h^{-1} et une composition $z_A = 0,58$ en méthanol. En déduire la composition du résidu de la première colonne x_{B_1} ainsi que le débit B_1 . Conclure sur l'efficacité de la séparation.