LC09 Distillation et diagrammes binaires.

* Niveau : Tle STL - SPCL.

* Programme :

Distillation et diagrammes binaires	
Diagrammes binaires. Distillation. Reflux.	- Définir la fraction molaire et la fraction massique. - Identifier les courbes et les domaines d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur dans le cas d'un mélange binaire homogène. - Exploiter un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur d'un mélange binaire et reconnaître la présence d'un azéotrope. - Déterminer, à partir du diagramme, la température d'ébullition ou de rosée d'un mélange. - Déduire d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur la composition des premières bulles de vapeur formées. - Prévoir la nature du distillat et du résidu d'une distillation fractionnée avec ou sans azéotrope. - Expliquer la différence entre une distillation simple et une distillation fractionnée. - Expliquer l'intérêt à réaliser une distillation sous pression réduite. - Réaliser un bilan de matière global et évaluer le rendement d'une distillation. - Identifier les paramètres agissant sur le pouvoir séparateur des colonnes en exploitant une documentation. **Capacités expérimentales :** - Choisir une technique de distillation et la mettre en œuvre pour séparer les constituants d'un mélange. - Évaluer le rendement d'une distillation.

* Références : [1] Fiche de Synthèse - Partie C : la distillation
Le site de l'académie de montpellier.
https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/pluginfile.php/10972/mod_label/intro/seq_7_synthese.pdf

[2] BARILERO "Travaux pratiques de chimie, de l'expérience à l'interprétation".
p151. → manip Vodka.

[3] Fiche d'exercices - Partie C : la distillation, ac-montpellier.
https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/pluginfile.php/4975/mod_resource/content/1/PARTIE%20C-exercices.pdf

[4] H-Prépa "Chimie 2ème année PC-PC*".

* Plan :

I) Diagrammes binaires liquide - vapeur isobares.

1) Analyse thermique.
2) Mélange binaire idéal.
3) Ecart à l'idealité.

II) Application à la distillation.

1) Distillation simple.
2) Distillation fractionnée.

• Buts : → expliquer comment lire un DB.
→ insister sur la différence corps pur / mélange binaire.
→ expliquer les méthodes vues en classe de 1ère grâce aux DB. " de distillation.

• Prérequis : → changements d'état.
→ Corps pur, mélange homogène / hétérogène.
→ fractions molaires / massiques.

Ne pas utiliser le mot phase, qui n'est au programme dans aucune des classes du lycée et qui est assez difficile à vulgariser pour des lycéens.

⇒ Lancer une distillation en début de leçon pour pouvoir l'exploiter.

I) Diagrammes binaires liquide-vapeur isobares.

1) Mélange binaire homogène. ← Potentiellement l'intro de la leçon.

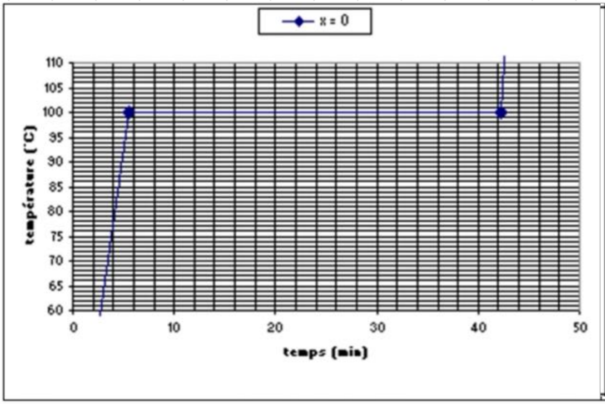
Rappels : • Mélange : échantillon de matière constitué de plusieurs espèces chimiques.
↳ binaires : 2 espèces chimiques

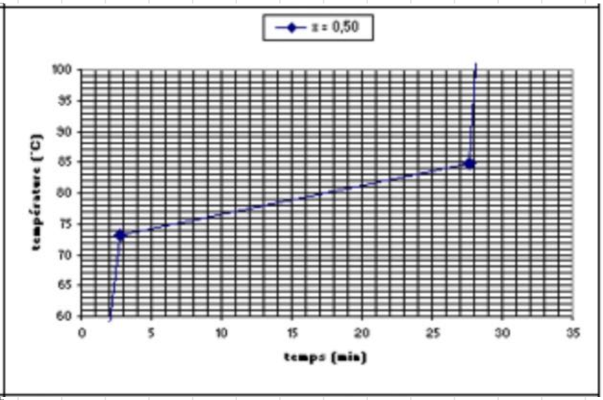
• Mélange binaire homogène : les 2 espèces chimiques se confondent.

Ex : Vinaigre = mélange homogène d'eau et d'acide éthanoïque.

Eau + Huile = hétérogène, les deux ne se confondent pas.

Question : Les changements d'état d'un mélange binaire homogène ont-ils les mêmes propriétés que ceux des corps purs ?





Courbes d'analyse thermique de l'eau pure (à gauche) et d'un mélange eau / méthanol à droite.
Issu de [3].

↑ en mettre une 3e de x différent

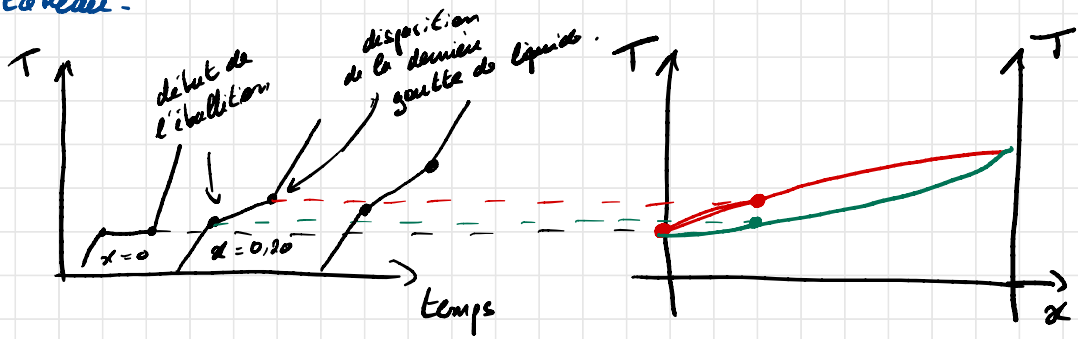
→ Commentaires : • Corps pur $T_{éb}$ = c^{ste}
• Mélange binaire : plage de T...
• La courbe change selon la proportion du mélange.

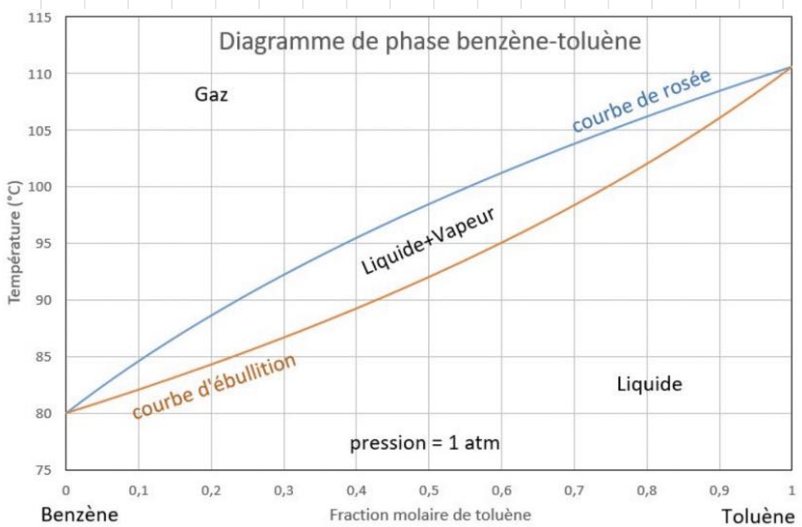
d) Diagramme binaire isobare.

On a vu que décrire le changement d'état d'un mélange ça pouvait être compliqué ⇒ on veut un outil qui permette de nous faciliter l'étude de ces mélanges.

Isobare : on travaille à pression fixée : celle du laboratoire par exemple.

Principe de la construction d'un diagramme binaire en tableau.





Source : Wikipédia.

Déf : composé le plus volatile = celui qui a la Teb la plus faible.

→ def des courbes d'ébullition / de rosée.

+ ébullition : courbe de la température d'ébullition commençante en fonction de la fraction molaire.

+ rosée : courbe de la température de fin d'ébullition...

⇒ rosée car si on refroidit, c'est à cette température que la première goutte de liquide apparait.

Les deux courbes dessinent ce qu'on appelle un fuseau.

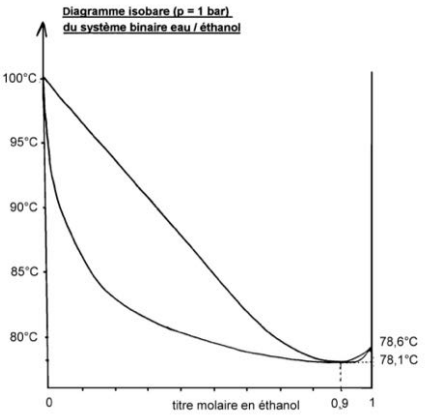
3) METHODE Composition de la 1ère bulle de vapeur On peut lire ensuite la composition de la 1ère bulle de vapeur formée en se reportant sur la courbe de rosée atteinte à Teb du mélange : par exemple pour $x_{toluene} = 0.5$. La bulle est donc composé de 74% de benzène et de 26% de toluène. $x_{toluene} = 26\%$, $x_{benzene} = 1 - x_{toluene} = 74\%$. Il est important de retenir qu'elle n'est pas pure bien que la température d'ébulition du Benzène soit plus faible que celle du Toluène. On aurait pu penser que en chauffant, tout le benzène se vaporisait, puis le toluène restait liquide, jusqu'à sa température d'ébulition, ce n'est pas le cas!

Rq importante.

3) Ecart à l'idéalité

Certains mélanges ont des comportements un peu plus complexes que pour l'exemple précédent.

⇒ les diagrammes sont également + complexes



Source : J. LE HIR, "Thermodynamique de la réaction chimique"

⇒ courbes de rosée et d'ébullition peuvent se croiser en un point : "point azéotrope".

Mélange qui correspond à ce point : mélange azéotrope ou azéotropique.

⇒ se comporte comme un corps pur.

- Montrer le DB du mélange chloroforme - acétone pour dire que l'azéotrope peut être à maximum.

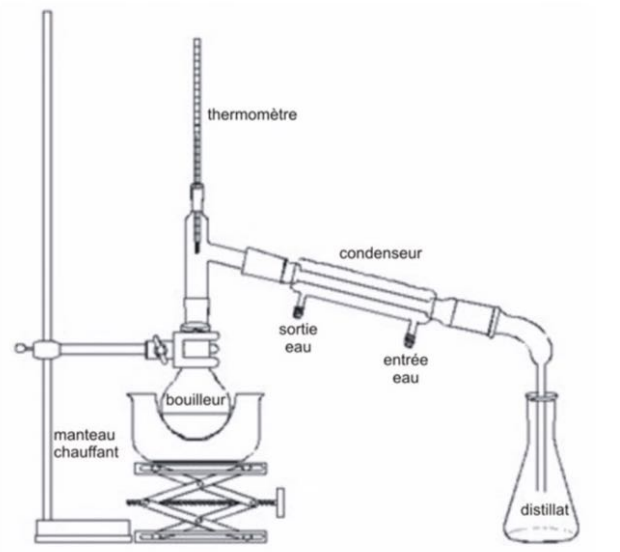
Transition : je vous ai dit que les DB étaient un outil, on va voir comment on peut les utiliser pour interpréter une manipulation que vous connaissez bien : ↑ la distillation.

et quantifier

II Application à la distillation.

Distillation : technique de séparation des constituants d'un mélange basée sur la différence de leurs températures d'ébullition.

1) Distillation simple.



Montage distillation simple

Issu de [1].

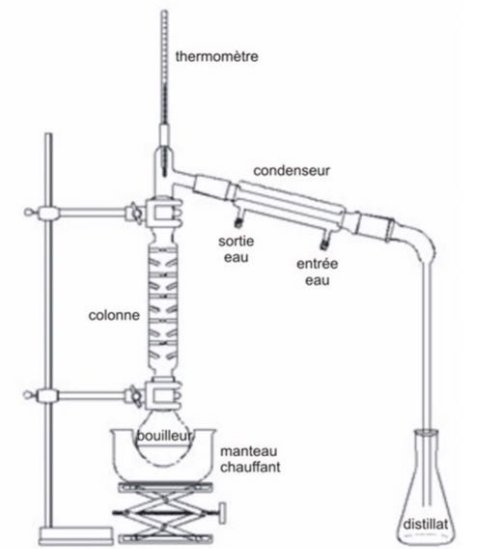
↳ Déjà au programme de 1ère donc pas passer trop de temps à commenter le montage.

↳ ≡ la concentration en x_B diminue dans le bouilleur au cours du temps.

Intérêt de la distillation simple : Elle est utile pour isoler un composant d'un autre si leurs températures d'ébulition sont très différentes (par exemple dans le cas de l'évaporateur rotatif qui réalise une distillation sous pression réduite ce qui permet d'abaisser les températures d'ébulition et donc d'utiliser les moyens de chauffage classique et aussi d'éviter que les composés thermosensibles se dégradent à la chaleur).

Limites pour l'exemple du whisky : lorsque l'on réalise la distillation d'une solution d'alcool à travers une distillation simple, le distillat obtenu aura une plus grande concentration d'alcool mais sera tout de même constitué d'eau. Il faut donc distiller de nouveau cette solution afin d'obtenir une concentration en alcool plus élevée surtout si on désire atteindre un volume d'alcool de 80% au plus. Limites : qualité du distillat non satisfaisante. Plus les températures d'ébulition sont proches, plus elle est inefficace. Ceci va être le rôle de la distillation fractionnée qui on va le comprendre permet un meilleur résultat. (composé pur)

2) Distillation fractionnée.



Montage distillation fractionnée.
Issu de [1].

Manipuler avant d'expliquer : ok esprit SPCL + on est sûr d'avoir le temps.

→ Tirer le distillat obtenu par l'une ou l'autre des distillations (simple/fractionnée)

→ Comparer la teneur en alcool des distillats par DS et par DF.

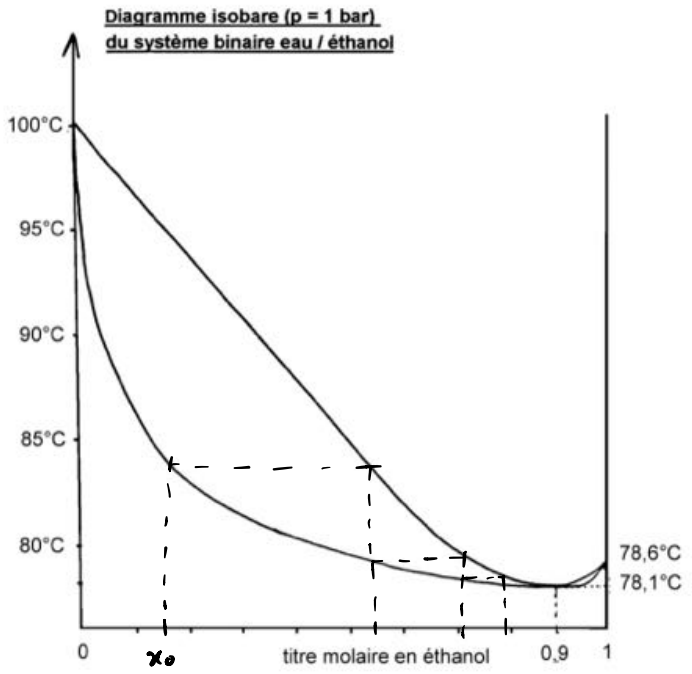
→ Conclure sur la plus grande efficacité de la DF

⇒ On définit le rendement de la distillation :

$$r = \frac{m_{eth,\,distillat}}{m_{eth,\,initial}}$$

⇒ Le calculer pour chacune des deux distillations (faire l'un des calculs en prépa).

⇒ On a vu que la DF est plus efficace, on va expliquer pourquoi.



distillation fractionnée = suite de distillations élémentaires.
↳ à chaque distillation élémentaire se fait au niveau d'un plateau.

DF pour un diagramme binaire à 1 fuseau : on peut séparer complètement les 2 constituants
↳ le distillat est le composé le plus volatile.
↳ le résidu le moins.

Pour un mélange binaire à azéotrope, on ne sépare pas totalement les deux constituants.

↳ pour un azéotrope à minimum, le distillat est le mélange azéotropique.

↳ pour un " " à maximum, le distillat est le composé le plus volatile.

⇒ Conclusion + ouverture sur la distillation à échelle industrielle (images dans [1].)