

LC7 : Distillations

Leçon par Marion

Élément imposé Analyse d'une application industrielle

Niveau : L2

Première approche de la distillation industrielle, pas forcément destiné à des élèves en génie chimique.

Prérequis :

- Diagrammes binaires (L2)
- Mélanges idéaux/non idéaux, miscibilité partielle/totale/nulle notamment entre liquide et vapeur (distillation) (L2)
- première approche en chimie expérimentale : évaporateur rotatif (L1)

Difficultés :

- Identifier les analogies et différences entre la distillation au laboratoire et à l'échelle industrielle. Car on parle d'échelle industrielle, plateau théorique.

séquence pédagogique Activité documentaire : Extraction des huiles essentielles TP : Extraction du limonène des agrumes par hydrodistillation

Objectif :

- Comprendre l'intérêt de la distillation en tant que méthode de séparation.

Bibliographie

- Fosset PC, Bernard, Chimie3, TI BE8520, TI J2610 V2 distillation, Intro historique

Contents

1 De la distillation simple à la distillation fractionnée dans le cadre d'espèces miscibles	2
1.1 La distillation simple	2
1.2 La distillation fractionnée	2
2 Séparation d'espèces non miscibles	2
2.1 Hydrodistillation	2
2.2 Dean-stark	2
3 Distillation fractionnée à l'échelle industrielle : raffinage du pétrole	2
3.1 Contexte	2
3.2 Etapes de séparation	3

Introduction

Au cours précédent, nous avons vu des diagrammes binaires liquide/vapeur, ici on les utilise pour comprendre une méthode de séparation : la distillation.

La **distillation** est une méthode de séparation des constituants d'un mélange liquide de basé sur les différences des points d'ébullition.

Historiquement, utilisé pour extraire les HE ou faire des liqueurs. Le dispositif expérimental étant un **alambique**.

On retrouve la même forme de dispositif expérimental aujourd'hui dans les distilleries à whisky.

Aujourd'hui, on va s'en servir pour améliorer des rendements (Dean-Stark) mais surtout purifier des mélanges.

1 De la distillation simple à la distillation fractionnée dans le cadre d'espèces miscibles

1.1 La distillation simple

On se place dans le cas d'un mélange idéal de deux espèces liquides totalement miscibles. Un mélange **idéal** étant un mélange où les interactions entre même espèce et entre les deux espèces sont de même nature.

On prend ici un mélange benzène/toluène et on prend $x_{benzene} = x_{toluene} = 0,5$

On utilise un dispositif expérimental de distillation simple.

Si on reporte sur le diagramme binaire, on observe que la vapeur est de fraction 0,7 en benzène et notre distillat aura alors cette composition. C'est ce que l'on fait en TP avec l'évaporateur rotatif.

Mais on voit qu'on a pas purifié notre mélange.

On pourrait alors distiller le distillat. Cependant, on n'obtiendrait pas non plus un mélange pur.

1.2 La distillation fractionnée

On met alors dans le montage une **colonne à distiller** : colonne de Vigreux ou de billes de verre qui permet au liquide de subir des cycles de vaporisation liquéfaction. En tête de colonne on obtient alors une vapeur quasiment pure.

Sur le diagramme binaire on a alors des paliers (Chimie3).

On définit alors le **nombre de plateaux** N , le nombre de cycles de condensation-vaporisation.

Plus N augmente, meilleure est la séparation.

Mais que ce passe-t-il dans le cas d'un diagramme non idéal ? Dans le cas du mélange éthanol-eau, on pourra obtenir au mieux la composition de l'homoazéotrope.

Donc la distillation fractionnée nous permet de séparer des composés et est mise en oeuvre à l'échelle du laboratoire.

2 Séparation d'espèces non miscibles

2.1 Hydrodistillation

Ex : Eugénol

2.2 Dean-stark

Synthèse de l'acétate de Benzyle

3 Distillation fractionnée à l'échelle industrielle : raffinage du pétrole

On va alors suivre la distillation du pétrole. Le pétrole a une importance au niveau énergétique (30% mondial) donc on a intérêt à l'extraire correctement.

Mais il existe plusieurs espèces dans le pétrole. Pourquoi ? Comment les séparer ?

3.1 Contexte

La formation du pétrole vient de l'accumulation d'espèces végétales au fond des océans, enfouies par la suite et transformées par des bactéries en l'absence d'oxygène en macromolécules hydrocarbonées.

La température et la pression environnante va ensuite déterminer la nature de la décomposition de ces macromolécules en molécules carbonées de plus faible masse molaires.

On a alors à la fin le **pétrole brut** qui est un mélange complexe de constituants qui ont des T_b très différentes.

On va pouvoir séparer le pétrole en différentes coupes. Les applications de ces coupes vont être très différentes : en bas on a les bitumes, au dessus on a les gazoles et en haut les gaz.

On a alors nécessité de séparer les différentes coupes en fonction de leur température d'ébullition. On va utiliser la distillation fractionnée.

3.2 Etapes de séparation

Tout d'abord, on passe par une étape de **déssalage** pour retirer le sel de l'eau de mer. Si on ne le fait pas, on risque formation d'hydroxydes qui mènent à la corrosion. On fait alors un lavage à l'eau.

On procède ensuite à une distillation fractionnée. Pour mettre en oeuvre cette séparation, on prend une colonne à distiller.

La différence est que des tuyaux nous permettent de récupérer chaque fraction à chaque étape de la colonne. On a dans cette colonne des plateaux munis de clapets qui permettent de séparer les fractions.

De la même manière, plus on a de plateaux meilleure sera la séparation.

Si on compare le nombre de plateaux entre une colonne de laboratoire et une colonne industrielle, on a N d'environ 2/3 pour une colonne de 25 cm et N entre 30 et 50 pour une colonne industrielle.

On procède ensuite à une seconde distillation, mais qui va se faire sous vide pour certaines fractions, afin de pouvoir séparer les fractions plus finement.

Si on s'intéresse plus particulièrement au résidu atmosphérique.

Après ces distillation, on passe à des étapes chimiques de craquage, de reformage pour permettre aux différentes fractions de répondre à

Conclusion

On a alors vu une méthode pratique d'utilisation des binaires. On a vu que l'on pouvait améliorer une distillation simple en ajoutant une colonne pour mener à des séparations plus fines. Au prochain cours, on pourra mettre en oeuvre des distillations de liquides non miscibles.

Question

- Est-ce qu'on peut séparer les constituants dans tous les mélanges liquides ? Non, il faut une différence de température d'ébullition grande, il y a les énantiomères.
- Quid de la courbe d'analyse thermique pour le benzène et le toluène ?
- Si on prend un mélange de 0.5, temps typique de distillation? Au moins une heure. Comparaison avec la distillation fractionnée en industrie ?
- Quelle autre méthode pour avoir de l'éthanol pur ? Autre espèce pour avoir un mélange ternaire : benzène. Nécessaire dans les synthèses sans eau.
- Plus de précision sur les besoins énergétiques ? Tonnages ? De l'ordre du Gt
- Mélange idéal ? Plus de mélanges idéaux ou non idéaux dans la nature ? Moins courants idéaux.
- Pourquoi avoir choisi le mélange benzène/méthyl benzène? exemple réel d'un système simple. Autres exemples ?
- Faire un rappel sur les slides de la règle de l'horizontal ? Oui
- Recontextualisation du pétrole dans l'écologie ? Important de mentionner les enjeux, on aurait pu parler des ressources. Rapport du GIEC ?
- Quelle est la place dans les programmes actuels des questions écologiques ? On a déjà des problématiques et des approches de recherche, dans le supérieur, des filières dédiées aux énergies renouvelables. Important de présenter la distillation du pétrole dans ce contexte ? Illustre très bien les étages avec les différentes fractions, possible peut-être de retransposer ce savoir sur d'autres énergies.
- De quand datent les colonnes de distillations ? 20e
- Différence entre le SP95 et SP98 ? Indice d'octane, même fraction de distillation. Relié à la quantité de ramification
- Pourquoi pas les courbes d'analyse thermiques ? Plutôt comment on s'en sert.

- Comment avoir choisi les sources biblio ? Les montages viennent du bernard car il reprend les montages, TI pour le pétrole.
- Quand intervient la distillation dans les nouveaux programmes ?

Retours

- Dessiner le benzène et le toluène dans les binaires.
- Rajouter du contexte écologique
- Fil rouge : on veut obtenir de l'essence : comment le suivre dans le diagramme
- Polardot chimie organique