

Compte rendu du TP 13 : Etude du partage de l'acide benzoïque

Contexte et objectifs

On cherche à étudier le partage de l'acide benzoïque entre deux solvants : l'eau et le dichlorométhane. En particulier, on veut caractériser l'extraction liquide-liquide de l'acide benzoïque depuis l'eau vers le dichlorométhane à travers le calcul du rendement de l'extraction. Les objectifs de ce TP sont :

- Déterminer la constante de partage :

$$Kp = \frac{[AB]_{org}}{[AB]_{aq}}$$

- Montrer l'influence du volume d'extraction sur le rendement d'extraction.
- Montrer l'intérêt d'une extraction multiple vis à vis d'une extraction simple, pour un même volume de solvant total.

Résultats

Titrage de la solution mère

On obtient les volumes équivalents suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{E,1}$ (mL)	12,6	12,7	12,6	12,4	12,5	12,0	12,3	12,8	12,5

NB : Titrage par la soude à $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Titrage pour l'extraction simple par 20 mL

On obtient les volumes équivalents suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{E,2}$ (mL)	19,0	17,5	17,9	18,5	17,4	22,2	23,2	22	18,3

NB : Titrage par la soude à $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Titrage pour l'extraction simple par 30 mL

On obtient les volumes équivalents suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{E,3}$ (mL)	15,9	14,7	13,7	15,2	14,5	11,9	14,4	20,8	15,2

NB : Titrage par la soude à $4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Titrage pour l'extraction double par 2x10 mL

On obtient les volumes équivalents suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{E,4E}$ (mL)	13,3	15,0	20,1	11,7	19,4	13,6	14,7	14,6	19,2

NB : Titrage par la soude à $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Analyses

NB : tous les calculs sont dans le fichier .ods au besoin.

Analyse de la solution mère

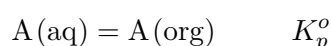
La concentration de la solution mère se calcule par :

$$C_o = \frac{C_{b,1} V_{E,1}}{V_p}$$

Les calculs pour chaque groupe se trouvent dans l'annexe.

Extraction simple par 20 mL

L'extraction se caractérise par la réaction suivante :



On a donc une fois l'équilibre atteint :

$$K^o = \frac{[A]_{org}}{[A]_{aq}}$$

La concentration de la solution aqueuse après extraction se calcule par :

$$C_1 = \frac{C_{b,2} V_{E,2}}{V_p}$$

De plus il y a conservation de la matière donc :

$$n_o = n_{org} + n_{aq}$$

On peut en déduire la concentration dans la phase organique après extraction :

$$C_{org,1} = \frac{n_o - n_1}{V_{org}} = \frac{V_{aq}}{V_{org}} (C_o - C_1)$$

Le rendement vaut finalement :

$$r = \frac{n_o - n_1}{n_o} = \frac{C_o - C_1}{C_o}$$

Les calculs se trouvent dans le fichier annexe. En particulier, on peut obtenir les données statistiques sur les séries de mesure de K et r_1 . On peut alors calculer les incertitudes de type A sur K selon :

$$u'_{K_1^o} = \frac{\sigma_K}{\sqrt{N}}$$

On obtient finalement :

$$K_1^o = 6,7 \pm 0,8$$

Et on peut faire de même pour le rendement :

$$r_1 = 69 \pm 3\%$$

Extraction simple par 30 mL

La concentration de la solution aqueuse après extraction se calcule par :

$$C_2 = \frac{C_{b,2} V_{E,3}}{V_p}$$

On peut en déduire la concentration dans la phase organique après extraction :

$$C_{org,2} = \frac{n_o - n_2}{V_{org'}} = \frac{V_{aq}}{V_{org'}} (C_o - C_2)$$

Le rendement vaut finalement :

$$r = \frac{n_o - n_1}{n_o} = \frac{C_o - C_2}{C_o}$$

Le traitement des données se trouve dans l'annexe. On peut donc déterminer finalement :

$$K_2^o = 6,4 \pm 0,8$$

$$r_2 = 76 \pm 3\%$$

Extraction double par 2x10 mL

La concentration de la solution aqueuse après la 2e extraction se calcule par :

$$C_4 = \frac{C_{b,2} V_{E,4}}{V_p}$$

On peut en déduire la concentration dans la phase organique après extraction double :

$$C_{org,3} = \frac{n_o - n_3}{V_{org}} = \frac{V_{aq}}{V_{org}} (C_o - C_3)$$

Le rendement vaut finalement :

$$r = \frac{n_o - n_3}{n_o} = \frac{C_o - C_3}{C_o}$$

Le traitement des données se trouve dans l'annexe. On peut donc déterminer finalement :

$$r_3 = 76 \pm 4\%$$

Attention, dans le cas de l'extraction multiple, on a :

$$K_p^o = \frac{[A]_{org,1}}{[A]_{aq,1}} = \frac{[A]_{org,2}}{[A]_{aq,2}}$$

où les indices 1 et 2 se réfèrent à la 1ere ou la 2e extraction. Or les concentrations $[A]_{org,1}$, $[A]_{aq,1}$ et $[A]_{org,2}$ ne sont pas connues. On ne peut donc pas calculer K_p^o simplement.

Conclusion

On a calculé :

$$K_1^o = 6,7 \pm 0,8 \text{ et } K_2^o = 6,4 \pm 0,8$$

On peut donc en conclure que K est une constante au vu des incertitudes associées. Pour les rendements :

$$r_1 = 69 \pm 3\% < r_2 = 76 \pm 3\% \simeq r_3 = 76 \pm 4\%$$

On constate bien une variation du rendement malgré les incertitudes des mesures.

Annexe

Expérience	Grandeur	Résultats groupes par groupe									Moyenne	Ecart type	Incertitude
Avant extraction	VE 1 (mL)	12,6	12,7	12,6	12,4	12,5	12	12,3	12,8	12,5			
	Co (mol/L)	0,0126	0,0127	0,0126	0,0124	0,0125	0,012	0,0123	0,0128	0,0125			
Extr. simple 20 mL	VE2 (mL)	19	17,5	17,9	18,5	17,4	22,2	23,2	22	18,3			
	Caq1	0,0038	0,0035	0,00358	0,0037	0,00348	0,00444	0,00464	0,0044	0,00366			
	Corg 1	0,0264	0,0276	0,02706	0,0261	0,02706	0,02268	0,02298	0,0252	0,02652			
	K	6,95	7,89	7,56	7,05	7,78	5,11	4,95	5,73	7,25	6,70	1,14	0,8
	Z score sur K	0,22	1,05	0,76	0,32	0,95	1,40	1,53	0,85	0,49			
	r	0,70	0,72	0,72	0,70	0,72	0,63	0,62	0,66	0,71	0,69	0,04	0,03
	Z score sur r	0,30	0,96	0,74	0,38	0,89	1,43	1,61	0,76	0,52			
Extr. simple 30 mL	VE3 (mL)	15,9	14,7	13,7	15,2	14,5	11,9	14,4	20,8	15,2			
	Caq2	0,00318	0,00294	0,00274	0,00304	0,0029	0,00238	0,00288	0,00416	0,00304			
	Corg 2	0,0188	0,0195	0,0197	0,0187	0,0192	0,0192	0,0188	0,0173	0,0189			
	K	5,9	6,6	7,2	6,2	6,6	8,1	6,5	4,2	6,2	6,39	1,06	0,7
	Z score sur K	0,44	0,23	0,76	0,22	0,21	1,60	0,14	2,12	0,16			
	r	0,75	0,77	0,78	0,75	0,77	0,80	0,77	0,68	0,76	0,76	0,0350	0,02
	Z score sur r	0,3	0,3	0,7	0,1	0,3	1,3	0,2	2,4	0,0			
Extr. simple 30 mL sans point aberrant	VE3 (mL)	15,9	14,7	13,7	15,2	14,5	11,9	14,4		15,2			
	Caq2	0,00318	0,00294	0,00274	0,00304	0,0029	0,00238	0,00288		0,00304			
	Corg 2	0,0188	0,0195	0,0197	0,0187	0,0192	0,0192	0,0188		0,0189			
	K	5,9	6,6	7,2	6,2	6,6	8,1	6,5		6,2	6,67	0,69	0,5
	Z score sur K	0,44	0,23	0,76	0,22	0,21	1,60	0,14		0,16			
	r	0,75	0,77	0,78	0,75	0,77	0,80	0,77		0,76	0,77	0,0172	0,01
	Z score sur r	0,3	0,3	0,7	0,1	0,3	1,3	0,2		0,0			
Extr. double 2x10 mL	VE4 (mL)	13,3	15	20,1	11,7	19,4	13,6	14,7	14,6	19,2			
	Caq3	0,00266	0,003	0,00402	0,00234	0,00388	0,00272	0,00294	0,00292	0,00384			
	Corg 3	0,02982	0,02910	0,02574	0,03018	0,02586	0,02784	0,02808	0,02964	0,02598			
	r	0,79	0,76	0,68	0,81	0,69	0,77	0,76	0,77	0,69	0,75	0,0478	0,03
	Z score sur r	0,85	0,33	1,41	1,32	1,23	0,53	0,27	0,50	1,16			