



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Fabrication du toluène

	Réponse	Points
IV.	Exercices	30
1.	$T_{mE} = w_{mE} \times A = 2,03 \times 10^3 \times 0,016 = 32,5 \text{ kg.h}^{-1}$ $H_{mE} = 2,03 \times 10^3 \times (1 - 0,016) = 2,00 \times 10^3 \text{ kg.h}^{-1}$ $H_E = 2,00 \times 10^3 / 0,100 = 2,00 \times 10^4 \text{ mol.h}^{-1}$ $T_E = 32,5 / 0,092 = 353 \text{ mol.h}^{-1}$ $D_E = 5 \times H_E = 9,99 \times 10^4 \text{ mol.h}^{-1}$ (10^5 accepté !) Le taux de conversion de l'heptane étant de 60 %, on en transforme $H = 0,60 \times H_E$ $H_S = H_E - H = 0,40 \times H_E = 8,00 \times 10^3 \text{ mol.h}^{-1}$ $T_S = T_E + H = 1,23 \times 10^4 \text{ mol.h}^{-1}$ $D_S = D_E + D_{\text{formé}} = D_E + 4 \times H = 1,48 \times 10^5 \text{ mol.h}^{-1}$	1 1 0,5 0,5 1 1 1 2
2.	Bilan enthalpique avec V = débit massique de vapeur de chauffe et A = débit massique du liquide d'alimentation : $2,71 \times 10^3 \times V + 30,5 \times A = 504 \times V + 455 \times A$ $A = 2,03 \times 10^3 \text{ kg.h}^{-1}$ donc $V = 391 \text{ kg.h}^{-1}$	2 1
3.1.	Bilan global : $E = G + L$ Bilan sur H_2 : $0,879 \times E = G(1 - 0,022 - 0,017)$ $E = 1,683 \times 10^5 \text{ mol.h}^{-1}$ Donc $G = 1,539 \times 10^5 \text{ mol.h}^{-1}$ et $L = 1,44 \times 10^4 \text{ mol.h}^{-1}$	2 1
3.2.	On perdrait $0,022 \times G$ soit $3,39 \times 10^3 \text{ mol.h}^{-1}$ de toluène c'est-à-dire un pourcentage de $3,39 \times 10^3 \times 100 / (2 \times 10^4 \times 0,6) = 28 \%$ du toluène fabriqué.	2
4.1.1.	La colonne reçoit $P = 1,93 \times 10^3 \text{ kg.h}^{-1}$ de mélange de titre massique $x_e = 0,586$ en toluène ce qui correspond à : un débit massique $D = P(1 - x_e) = 799 \text{ kg.h}^{-1}$ d'heptane	2
4.1.2.	$R = \frac{H_R}{w_{H,R}} = \frac{799}{(1 - 0,0385)} = 831 \text{ kg.h}^{-1}$	1
4.1.3.	Bilan colonne : - global : $P + B$ (binaire) = $R + E$ (extrait) - aniline : $w_{A,P} \times P + w_{A,B} \times B = w_{A,R} \times R + w_{A,E} \times E$ On cherche B et E . La résolution du système donne : $E = \frac{(w_{A,P} - w_{A,B})P + (w_{A,B} - w_{A,R})R}{w_{A,E} - w_{A,B}} = \frac{(0 - 0,995) \cdot 1930 + (0,995 - 0) \cdot 831}{(0,741 - 0,995)}$ $E = 4,31 \times 10^3 \text{ kg.h}^{-1}$ $B = 831 + 4305 - 1930 = 3,21 \times 10^3 \text{ kg.h}^{-1}$	2 3 1
4.1.4.	Rendement = $\frac{0,259 \times 4305}{0,586 \times 1930} = 98,6 \%$	1
4.2.	Tracé de la droite opératoire, avec explications. On trace environ 8 étages théoriques. $HEPT = 7/8 = 0,9 \text{ m}$.	1 1 1 1

Proposition de barème pour le schéma

Ensemble R₁ + E₁	
Réservoir R ₁	5
Pompe centrifuge et régulation de débit	5
Echangeur E ₁ avec vapeur arrivant au sommet de la calandre, purgeur à la base de la calandre et pas de mélange de fluides	10
Régulation de température	4
Echangeur E₂	
Faisceau tubulaire vertical avec circulation de H ₂ en calandre et pas de mélange de fluide	10
Les fumées circulent de bas en haut et sont rejetées dans l'atmosphère	2
Débit de H ₂ régulé	4
Températures contrôlées	2
Réacteur K	
Serpentin parcouru de haut en bas par les vapeurs	6
Brûleur sous le serpentin	2
Le débit de méthane régule la température de sortie des effluents	4
Débit d'air comprimé mesuré et asservi à celui du méthane	4
Echangeur E₃	
Faisceau tubulaire vertical sans mélange de fluides	6
L'eau distillée arrive par pompe au bas de la calandre avec un débit asservi au niveau d'eau dans la calandre	8
La vapeur produite sort au sommet de la calandre avec canalisation équipée de soupapes de sécurité et manomètre avec alarme	4
Ensemble E₄ + S + R₂	
E ₄ horizontal, sans mélange de fluides	6
L'eau de refroidissement circule dans les tubes, à contre courant des vapeurs à condenser, et avec un débit et des températures d'entrée et de sortie contrôlées	5
Le condensât sort au fond de la calandre pour rejoindre l'entrée de S	2
Cyclone S	6
Réservoir R ₂	3
Colonne D₃	
Alimentation en pied, à partir de R ₂ , par pompe doseuse	7
Garnissage	1
L'aniline arrive en tête, sous le niveau de l'interphase	6
Par pompe centrifuge, avec un débit asservi à la composition du raffinât	5
Respiration équipée	2
Interphase en haut	4
L'extrait sort en pied, par vanne automatique, avec un débit régulant le niveau de l'interphase	8
Le raffinât sort par trop plein pour aller dans R ₁	4
Soin, propreté, respect de la norme	15
Total	/150
Note	/30

Correction des documents à rendre avec la copie

Annexe 2 : composition des courants en entrée et sortie du réacteur K

Constituant	Produits entrant		Produits sortant
	Débit massique (kg.h^{-1})	Débit molaire (mol.h^{-1})	Débit molaire (mol.h^{-1})
Heptane	$2,00 \times 10^3$	$2,00 \times 10^4$	$8,00 \times 10^3$
Toluène	32,5	353	$1,23 \times 10^4$
Dihydrogène	Non demandé	$9,99 \times 10^4$	$1,48 \times 10^5$

Annexe 3 : construction des étages théoriques



