

---

# Travaux Dirigés de BILANS n°2

---

**Bilans de matière  
en régime  
permanent avec  
réaction chimique**

---

**Bilans de matière  
en régime  
permanent avec  
changement de  
phase**

---

**Partie 1 :****Bilans de matière en régime permanent avec réaction chimique****Exercice 1 :**

Le cracking d'essence légère fournit les produits gazeux suivants :  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2$  et  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Dans l'intervalle de température considéré, on suppose que :

- La pression P est connue.
- La fraction molaire en méthane est constante et est indépendante de la température. Elle est égale à 0.2.
- L'essence légère est assimilée à une paraffine fictive  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  avec  $n=5,7$
- On connaît le rapport h des fractions molaires de l'acétylène et de l'éthylène

Déterminer la composition des gaz de cracking, pour  $h=1, 0.5$  et  $2$

**Exercice 2 :**

Un mélange gazeux a la composition molaire (%) 28, 3.5, 0.5 et 68 respectivement en  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  et  $\text{N}_2$ . Afin d'éliminer le  $\text{CO}$ , on brûle ce mélange avec de l'air (20% d'excès par rapport à la quantité d' $\text{O}_2$  nécessaire à la combustion complète de  $\text{CO}$ ).

En réalité, la combustion n'est pas totale : uniquement 98% du  $\text{CO}$  est éliminé. On demande de calculer la composition des gaz à la sortie du brûleur.

**Partie 2 :****Bilans de matière en régime permanent avec changement de phase****Exercice 3 :**

On considère un mélange de 100 kmoles de benzène (75% molaire) et de toluène (25% molaire). A  $T=93.3^\circ\text{C}$  et 900 mm Hg et en supposant le mélange idéal, déterminer les compositions et les quantités des deux phases liquide et vapeur. On donne les tensions de vapeur saturante : 1150 mm Hg pour le benzène et 460 mmHg pour le toluène.

**Partie 2 :**Bilans relatifs à des procédés industriels simples**Exercice 4 : (Mélange)**

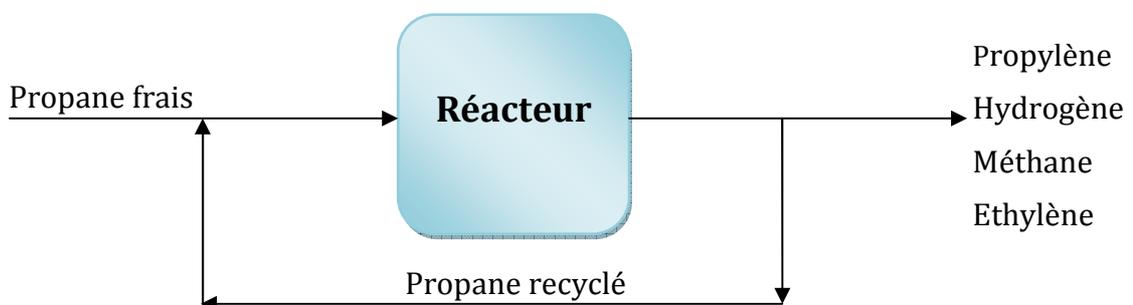
Un mélange contient initialement 23% en poids de  $\text{HNO}_3$ , 57% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et de  $\text{H}_2\text{O}$ . On désire ramener sa composition à 27% en  $\text{HNO}_3$ , 60% en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et en  $\text{H}_2\text{O}$  par adjonction d'acide  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 93% massique et d'acide  $\text{HNO}_3$  à 90% massique. Quelles quantités doit-on ajouter pour obtenir 1000kg de mélange ?

Bilans relatifs à des procédés industriels complexes**Exercice 5 : (Recyclage)**

Du propylène est produit par déshydrogénation (craquage catalytique) du propane. A la sortie du réacteur, le mélange gazeux a la composition suivante :

**Propane : 45% ; Hydrogène : 27% ; Ethylène : 3% ; Propylène : 18% ; Méthane : 7%.**

A la sortie du réacteur, le propane est séparé du mélange, puis recyclé à l'entrée selon le schéma suivant :



Pour une production horaire de 2.1 tonnes de propylène, on demande de calculer :

- 1) La masse du propane frais.
- 2) La masse du propane.
- 3) La masse du carbone déposé dans le réacteur.

**NB** : On admet que le craquage donne uniquement du carbone qui reste dans le réacteur et des gaz qui s'échappent.

**Exercice 6 : (Purge)**

Une unité de production d'ammoniac est alimentée en continu par un flux gazeux de composition : 0.02 kmoles/h d'argon et 100 kmoles/h de mélange  $\text{N}_2+\text{H}_2$ .

Le taux de conversion molaire du mélange de synthèse est de 25%. L'ammoniac ainsi formé est séparé par condensation alors que les gaz sont recyclés.

La teneur en argon à l'entrée du réacteur ne doit pas excéder 5% molaires. Ce taux est maintenu au moyen d'une purge.

- Etablir le bilan massique de l'unité et la fraction de recyclage minimal qu'il faut purger.

### **Exercice 7 : (By-pass)**

De l'air à 35°C et 60% d'humidité est conditionné par refroidissement d'une partie de l'air à 10°C et mélangé avec la partie de l'air non refroidi. L'air ainsi obtenu est chauffé jusqu'à 25°C.

Pour une quantité d'air de 2 m<sup>3</sup>/h, calculer le débit d'air entrant et le pourcentage du by-pass.

On donne :

<b>T (°C)</b>	5	10	15	20	25	30	35	40	45
<b>P° (mm Hg)</b>	6.51	9.10	12.7	17.4	23.5	31.5	41.8	54.9	71.4

### **Exercice 8 :**

Du méthane pur est utilisé comme fuel dans un four. Il est complètement brûlé pour donner du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. L'air étant l'agent de combustion, il est utilisé dans une proportion dépassant 50% la demande théorique pour la combustion.

Déterminer la masse du gaz produit et sa composition.

