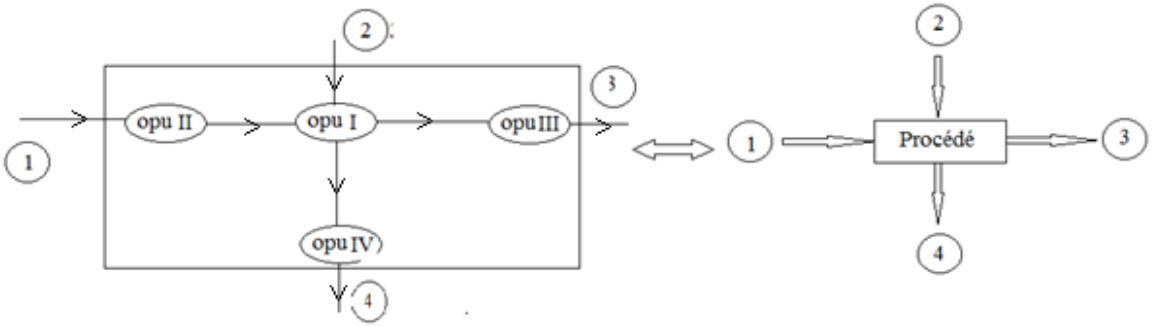
# ***Chapitre I***
# ***Introduction et notions fondamentales***

## ***I. Introduction aux bilans***

Les procédes en génie chimique peuvent etre décrit par des modèles mathématiques basés sur la conservation des grandeurs fondamentales du phénomène observé : ***la masse*** en ***Kg ou mole*** ; ***l'énergie*** en ***Joule*** et la quantité de mouvement en $Kg.m.s^{-1}$.

Ces bilans sont réalisés dans tout ou partie de l'espace dit ***volume de contrôle*** entouré par la ***surface de contrôle*** qu'il s'agit de définir judicieusement par rapport à l'échelle des phénomènes étudier.

lorsque le volume de contrôle et petit, les bilans sang microscopique et deux modèles mathématiques fait appel aux équations différentielles. lorsque le volume de contrôle augmente, on utilise les intégrales pour obtenir des bilans macroscopiques.

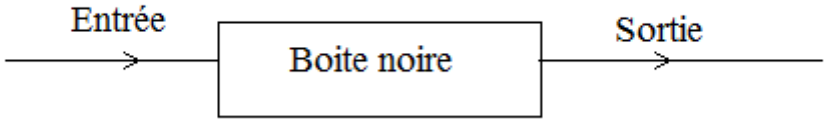



Le bilan microscopique permettra de connaître l'évolution des paramètres fondamentaux présentant des gradients dans le volume étudier. le bilan macroscopique et pendait sur une analyse Global à l'entrée et à la sortie du volume sur les grandeurs étudier ( matière, énergie et quantité de mouvement)

## ***I.1 Le concept de la boîte noire***

Une boîte noire, ou boîte opaque et la représentation des systèmes sans considérer son fonctionnement interne (que ce soit un objet mécanique, où est électrique, un organisme, une personne, un réacteur, un procédé industriel,...)

C'est alors un outil théorique permet de choisir d'étudier exclusivement les échanges extérieurs.




La boîte noire est représenté de façon élémentaire en affichant les entrées et les sorties mais en masquant le fonctionnement interne

## ***I.2 Bilan de matière et bilan enthelpique***

Pour un procédé et pour une quantité de produits à fabriquer:

1. Le bilan de matière est la connaissance le débit à l'entrée et à la sortie de chaque opération unitaire :
   - Bilan sur chaque opération unitaire, bilan total sur tout le procédé
   - Bilan partiel sur un constituant ou bilan global sur tout les constitutions

2. Le bilan de chaleur, une quantité de chaleur à apporter ou à soutirer au niveau de chaque opération unitaire ou en niveau du procédé complet.

Exemple: si la réaction et exothermique, il faut soutirer on continue la chaleur dégagée pour stabiliser la température

***I.3 À quoi servent les bilans***

Les bilans servent à calculer l'ensemble des données pour dimensionner une installation :

1. Pour qu'on se voit pour qu'on se voit une installation, il faut avoir:
   - Les dimensions du réacteur
   - La capacité des pompes
   - La hauteur et le diamètre d'une colonne

2. Établir les bilans sert également à optimiser une installation existante:
   - Repérer les pertes de charge
   - Optimiser l'utilisation des produits
   - Vérifier le bon fonctionnement des capteurs

***II. Les équations de bilan: équation fondamentale***

Dans le volume de contrôle retenue, la grandeur fondamentale à étudier de quantité **x** est conservative. Ce principe de conservation conduit, dans notre cours, à deux équations fondamentales:

1. La première dite équation de continuité, repose sur un bilan de matière mettant en œuvre le principe " ***conservation de la masse***"
2. La deuxième résulte d'énergie mettant en jeu le principe de " ***Conservation d'énergie*** "

Soit **x** l'une des deux grandeurs conservative, l'écriture du bilan pour l'intégration de temps:

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$X_{t_2} = X_{t_1} + X_{entrée\ et,ou\ formée\ pendant\ \Delta t} - X_{sortie\ et,ou\ disparue\ pendant\ \Delta t}$$

$X_{t_2}$ : quantité de **X** contenu dans le volume de contrôle au temps$t_2$

$X_{t_1}$: quantité de **X** contenu dans le volume de contrôle au temps $t_1$

$X_{entrée\ et,ou\ formé\ pendant\ \Delta t}$ :Quantité de **X** entrée dans la surface de contrôle ou/ et produite l'intérieur du volume de contrôle pendant

$X_{sortie\ et,ou\ disparue\ pendant\ \Delta t}$: quantité de **X** sortie à travers la surface de contrôle où/ consommer à l'intérieur du volume de contrôle pendant

de façon générale, sur un procédé ou une opération unitaire le bilan s'écrit :

$$X_{entrée} + source\ de\ X = X_{accumulé} + X_{sortie}$$
$$lOI\ DE\ lavoisier$$

- Le terme source est lié à la présence d'une réaction
  source>0 si nous avons eu une production
  source<0 Si nous avons une consommation
  source=0 si nous n'avons pas de réaction chimique
- En régime permanent et en absence de réaction chimique, le bilan sur un constituant s'écrit :

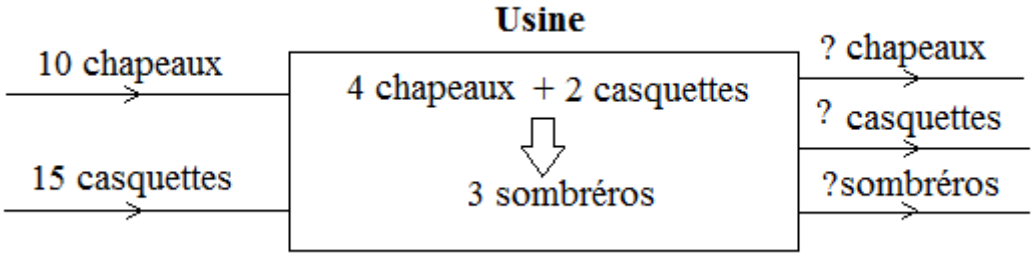
$$X_{entrée} = X_{sortie}$$

***IV Exemple***

Bilan de matière pour une usine de chapeaux:
Un fournisseur livre toutes les heures 10 chapeaux et 15 casquettes à l'entrée d'une usine. dans cette entreprise on y fabrique des sombreros: 4 chapeaux et 2 casquettes permettre de produire 3 sombreros par heure

- Combien de sombreros, de casquettes et de chapeaus sortent de l'usine par heure ?

***Solution***




$$X_{entrée} + source\ de\ X = X_{accumulé} + X_{sortie}$$

- Bilan partiel sur les chapeaux :

$$X_{sortie} = X_{entrée} - reaction - stock$$
$$X_{sortie} = 10 - 4 - 1$$
$$X_{sortie} = 5\ \ chapeaux/\ heure$$

- Bilan partiel sur les casquettes :

$$X_{sortie} = X_{entrée} - reaction - stock$$
$$X_{sortie} = 15 - 1 - 2$$
$$X_{sortie} = 12\ \ casquettes/\ heure$$

- Bilan partiel sur les sombréros :

$$X_{sortie} = X_{entrée} + produit - stock$$
$$X_{sortie} = 0 - 3 - 1$$
$$X_{sortie} = 2\ \ sombreros/\ heure$$

## ***V. Grandeur fondamentale***

Pour un courant donné composé de deux constituants à et B

### 1. ***La fraction massique par constituant***

Fraction massique de A

$$x_A^* = \omega_A = \frac{masse\ de\ A}{masse\ totale\ de\ A+B} = \frac{débit\ massique\ de\ A}{débit\ massique\ totale\ de\ A+B}$$

La somme des fractions massiques de tous les constituants dans un courant est égale à 1

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^*$$

### 2. ***La traction molaire de constituant***

$$x_A = \frac{nombre\ de\ mole\ de\ A}{nombre\ de\ mole\ totale\ de\ A+B} = \frac{débit\ molaire\ de\ A}{débit\ molaire\ totale\ de\ A+B}$$

### 3. ***Débit massique***

Le débit massique $q_m$ est le quotient de la masse $\Delta m$ coulée pendant une certaine durée, par cette durée $\Delta t$

$$q_m = \dot{m} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

équation aux dimensions $M.T^{-1}$ , $kg.s^{-1}$

### 4. **débit molaire**

Le débit molaire $q_n$ est le quotient De la quantité de matière $\Delta n$ écoulée pendant une certaine durée, par cette durée $\Delta t$

$$q_n = \dot{n} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

$Mole.T^{-1}$ , $mole.s^{-1}$

### 5. ***débit volumique***

et le rapport de volume $\Delta V$écouler pendant une certaine durée par cette durée $\Delta t$ il peut se traduire encore par le produit de la vitesse moyenne des fluides U par d'affection S dans laquelle se déplace ce fluide

$$q_v = \dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = U.S$$

$$\dot{m} = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho q_V = \rho.U.S$$

$$\dot{n} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{\rho q_V}{M} = \frac{\rho US}{M}$$