

التمرين 01

ليكن فرن يتكون من ثلاث طبقات متتالية حيث:

الناقلية	السك cm	الطبقة
1.01	20	الداخلية
0.22	10	المتوسطة
0.595	15	الخارجية

درجة الحرارة الداخلية 871°C

درجة الحرارة الخارجية 52°C

1- أحسب كثافة التدفق الحراري

2- أحسب درجات الحرارة للطبقات الداخلية ثم أرسم T بدلالة السمك e

التمرين 02

I- إستخرج المعادلة العامة للتوصيل في الإحداثيات الأسطوانية

II- ليكن سلك مصمت من الألمنيوم حسب الشكل

$$h = 10\text{W/m}^2\text{K}$$

$$t_w = 199.99^{\circ}\text{C}$$

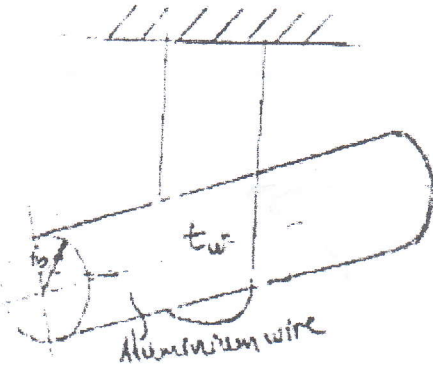
$$d = 1\text{mm} = 0.001\text{m}$$

$$k = 204\text{W/mK} \text{ (سلك الألمونيوم)}$$

$$t_x = 25^{\circ}\text{C}$$

1- إستخرج علاقة درجة الحرارة القصوى

2- أحسب q إذا كانت $t_{\max} = 200^{\circ}\text{C}$



$$t_{\infty} = 25^{\circ}\text{C}$$

التمرين 03

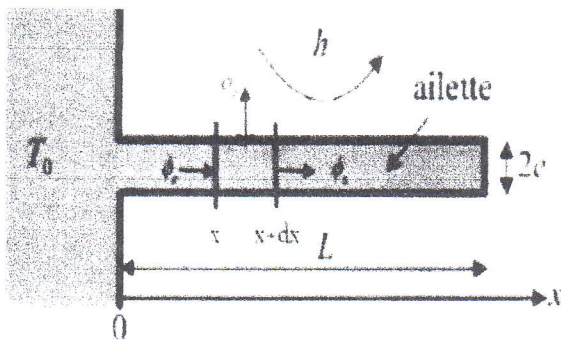
إستخرج العلاقة العامة ل تغير درجة

الحرارة بدلالة x في حالة الشروط الحدودية

$$X=0 \quad T=T_0$$

$$\phi(L) = -\lambda S \frac{dT}{dx} \Big|_{x=L} = 0$$

$$\theta(x) = T(x) - T_x$$



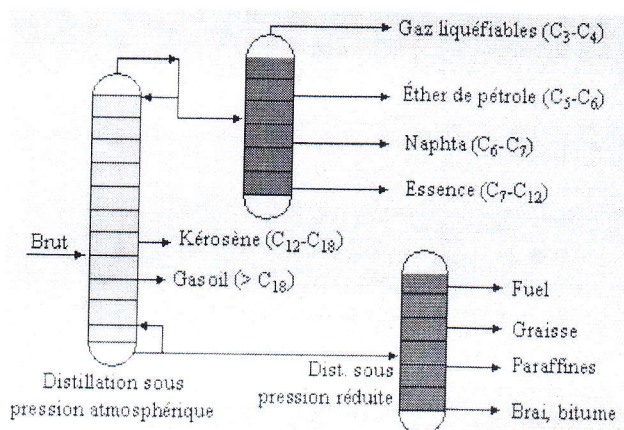
Corrigé type examen de raffinage et pétrochimie Enset 2020/2021

Exercice 1

1. Les dérivés du pétrole

Gaz naturel ; Gaz liquéfiés ; Essence ; Essences spéciales ; White-spirit ; Pétrole lampant ; kérosènes ; Gazole ; Fuel domestique ; Diesel marine léger ; Huiles et graisses.

2.



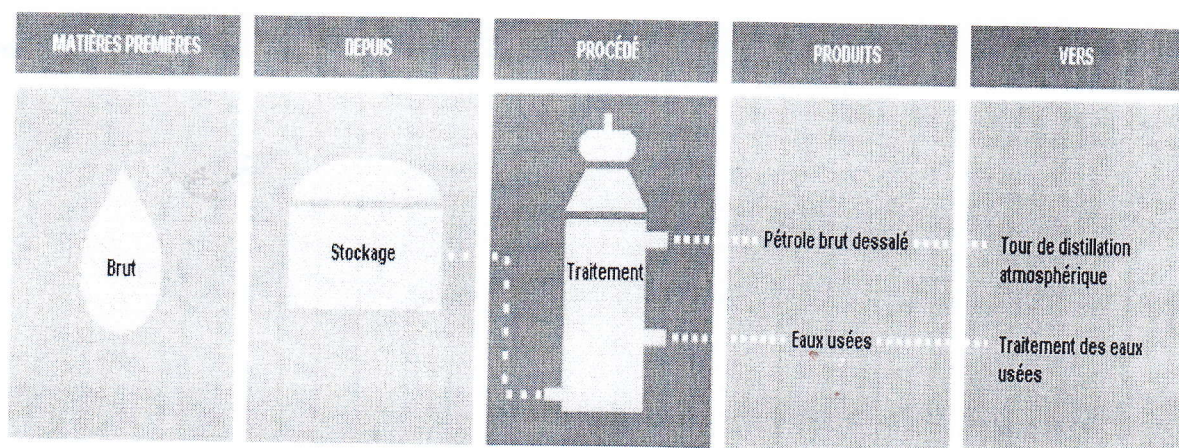
Exercice 2

1. Le Raffinage du Pétrole

Le **raffinage du pétrole** désigne l'ensemble des traitements et transformations visant à tirer du **pétrole** le maximum de produits à haute valeur commerciale. Selon l'objectif visé, en général, ces procédés sont réunis dans une raffinerie.

2. Le Procédé est le dessalage (prétraitement)

3.



Exercice 3

1. Procédé de Craquage Catalytique

Il consiste à chauffer (450°C), sous une pression de quelques bars et en présence d'un catalyseur (silicates d'aluminium ou zéolithes) les fractions lourdes issues de la distillation du pétrole pour fabriquer des essences...Il permet un meilleur contrôle de la transformation et est moins coûteux en énergie.

2. Procédé de Craquage Thermique

Le craquage thermique est le procédé de transformation des hydrocarbures qui met en jeu la température comme agent d'activation. il consiste à les chauffer (300 à 850°C), sous une pression élevée, Il est endothermique et, par conséquent, l'organe essentiel dans tous les procédés est le four. Le reste de l'appareillage permet de séparer les produits obtenus.

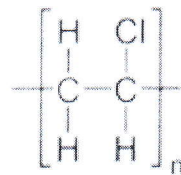
Essentiellement le craquage thermique consiste en la rupture des molécules d'hydrocarbures sous la seule influence de la température.

Exercice4

Définition du PVC (poly chlorure de vinyle)

Le PVC, est un matériau de plastique fabriqué à base de sel et de dérivés du pétrole. Comme le principal composant est le chlore, la fabrication d'une certaine quantité de PVC nécessite moins de pétrole que plusieurs autres polymères.

Le PVC est un matériau thermoplastique : il est de nature à être fondu lors d'un chauffage à une certaine température et qui durci ensuite après refroidissement.



Structure du poly(chlorure de vinyle)

Caractéristiques du PVC

- Solidité : résistance mécanique et légèreté ;
- Durée de vie : plus de 30 ans pour les fenêtres, et plus de 60 pour les canalisations ;
- Facilité d'entretien : éponge ou serpillière ;
- Résistance au feu : retardateur de flamme ;
- Isolation : thermique, phonique, électrique ;
- Économie : excellent rapport qualité/prix ;
- Créativité : illimitée ;
- Recyclabilité : à 100% ;
- Hygiène : haute qualité sanitaire.

Les types de PVC

Dans l'industrie, il existe quatre types de PVC :

- Le **PVC rigide**, principalement utilisé dans le bâtiment pour la confection des canalisations ou des fenêtres ;
- Le **PVC expansé**, plus connu sous le nom Forex, principalement utilisé pour la fabrication d'enseignes ;
- Le **PVC souple** qui sert à fabriquer certains revêtements de sol ;
- Les **films de PVC** comme le film étirable ou les films adhésifs utilisés dans le marquage publicitaire.

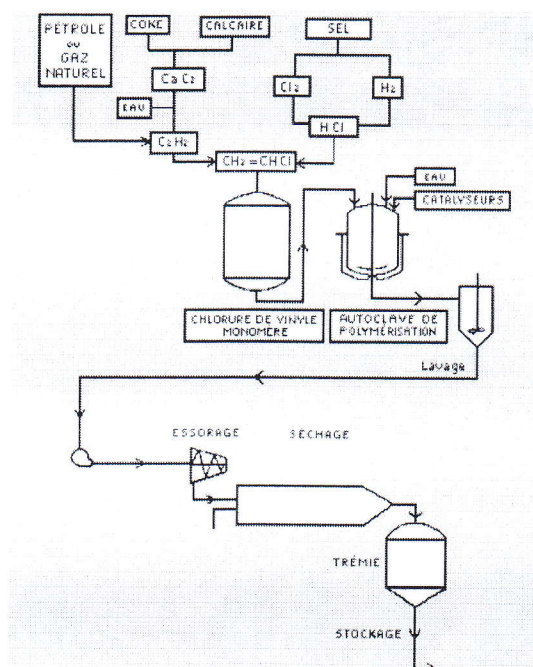


Schéma d'une installation de fabrication de polychlorure de vinyle

Exercice5

Principales voies de fabrication en pétrochimie

Généralement, la pétrochimie est basée principalement sur deux types de procédés :

1. Le craquage à la vapeur (Vapocraquage)

Avec ce type de procédés, on obtient des oléfines. Par définition, les oléfines sont des carbures non saturés ou insaturés, c'est à dire qu'elles présentent une seule double liaison entre deux atomes de carbone. Le vapocraquage est donc un procédé pétrochimique par lequel des hydrocarbures saturés sont cassés en molécules plus petites et souvent insaturées. C'est donc la source principale de production d'alcènes (éthylène, propylène etc...) qui sont de grands intermédiaires pour la fabrication d'une gamme de produits. Les produits de départ sont souvent du naphta (liquide transparent issu de la distillation du pétrole) mais peut également être de l'éthane (hydrocarbure de la famille des alcanes de formule brut C_2H_6). Ils sont mélangés dans de la vapeur d'eau et sont amenés à environ $800^{\circ}C$ car ils passent dans des tuyaux chauffés par des fours, pendant un temps inférieur à une seconde. Puis, ces produits de la réaction sont refroidis brutalement afin d'obtenir le mélange d'alcènes recherchés.

2. Les procédés d'extraction

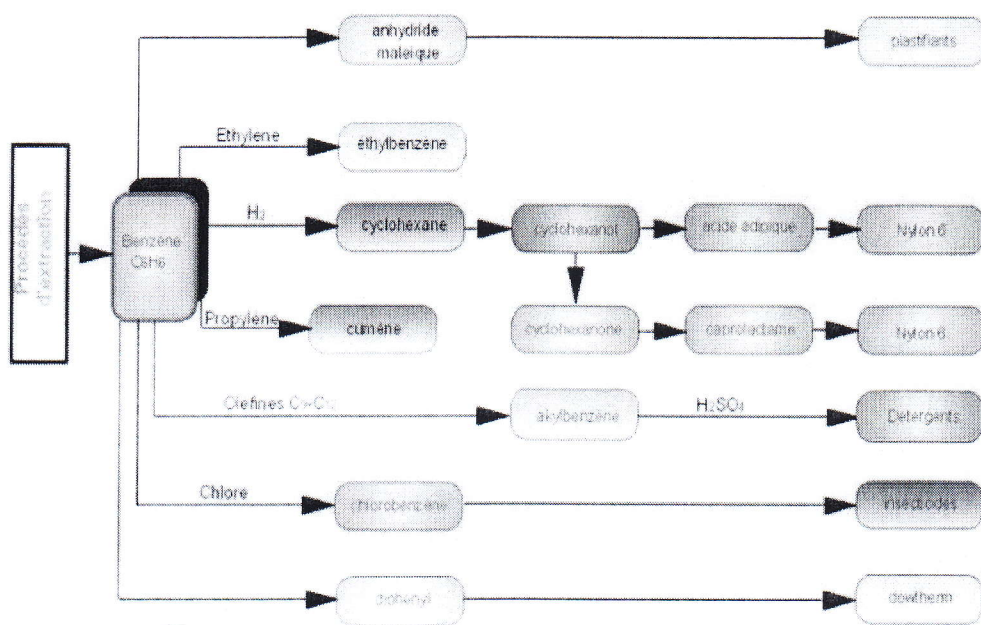
Dans ce type, on extrait des aromatiques. Généralement, les hydrocarbures aromatiques donnent des solvants, des gommes, des résines et des produits entrant dans la fabrication du caoutchouc synthétique mais aussi des plastiques, des fibres de polyester, des peintures et des vernis.

En général, on fait appel pour l'extraction à un solvant, le diméthylsulfoxyde ajouté à un certain pourcentage d'eau. Puis, La réextraction des aromatiques de leur association avec ce solvant est ensuite obtenue par le butane, qui est non aromatique, et qui se sépare aisément des aromatiques par distillation. Ces deux extractions des aromatiques sont amenées dans des colonnes pleines de liquide, appelées extracteurs, qui sont munies d'un arbre rotatif portant

des turbines d'agitation. C'est ainsi qu'on isole le benzène.

Extraction et réextraction des aromatiques sont conduites dans des colonnes pleines de liquide, appelées extracteurs, munies d'un arbre rotatif portant des turbines d'agitation. C'est ainsi qu'on isole le benzène, le toluène et les xylènes.

Tous les aromatiques, une fois extraits et purifiés, servent de matières premières pour d'autres réactions d'hydrogénation ou d'oxydation afin de conduire à des plastifiants, des solvants, des fibres, des insecticides et bien d'autres produits



TRANSFORMATION DU BENZÈNE

Examen final de CALCUL DES REACTEURS

{Exercice: 01}

- 1 - Donner une définition d'un bioréacteur , avec un schéma simplifié.
- 2 - Quelles sont les étapes essentielles de la mise en production dans un bioréacteur ?
- 3- Sur quelle bases les bioréacteurs sont-ils classés?
 - Selon ces bases, classer les bioréacteurs, et donner une brève définition sur chaque réacteur.
- 4 - Quelles sont les critères adaptables pour le choix d'un bioréacteur ?

{Exercice: 02}

1. Déterminer les Bilans thermique et matière d'un réacteur continu à agitation parfaite en régime stationnaire et isotherme.
 - En général, $v=f([A])$ est plus ou moins complexe, comment peut être déterminée si l'association des réacteurs est en série (réacteurs en cascade)?
 - Si le flux volumique est non constant ($F \neq F_0$), le problème se pose généralement pour les réacteurs en phase gazeuse dans un système fermé, pourquoi?
 - Déterminer les facteurs d'influence dans ce cas?
2. Dans le cas d'un Réacteur continu tubulaire à écoulement piston stationnaire, quelles sont les nouvelles grandeurs à introduire?
 - Déterminer les Bilans thermique et matière dans le cas isothermique, et déduire l'Equation de BENTON.
 - Déterminer les Bilans thermique et matière dans le cas adiabatique.
 - Déterminer les Bilans thermique et matière s'il y a un transfert de chaleur.

Bon chance

École normale supérieure d'enseignement technologique (ENSET)- SKIKDA
Département de technologie
Année universitaire 2021/2022
Examen final de l'Intensification des Procédés (IP)
2eme semestre - 4 AN GP

Nom et groupe : Cornige Type
Note : (9,5 + 0,5) / 10 ($\pm \frac{1}{4}$)

Instructions générales : Lisez attentivement chaque question. Cochez ou encerclez la bonne réponse sur papier. Le papier brouillon n'est en aucun cas autorisé. Tout votre travail doit être fait dans ces pages.

- Vous avez jusqu'à 60 minutes. Vous devez choisir une seule feuille pour répondre. français ou arabe. Il est interdit de les combiner.
— Un simple soupçon de tricherie, de partage ou d'utilisation de tout moyen d'aide injuste suffit pour que votre test soit retiré.

1. Dans la distillation réactive :

- (a) La réaction peut être au service de l'extraction. ☒ $\frac{1}{4}$
(b) La réaction peut être au service de la distillation. ☒
(c) La séparation peut être au service de la distillation. ☒
(d) La séparation peut être au service de la réaction. ☒

2. Le Procédé conventionnel de production d'acétate de méthyle. Le réacteur est suivi de :

- ☐ 6 colonnes de distillation, 2 extractions liquide-liquide et un décanteur.
☐ 7 colonnes de distillation, une extraction liquide-liquide et un décanteur.
☒ $\frac{2 \times \frac{1}{4}}$ 8 colonnes de distillation, une extraction liquide-liquide et un décanteur.

3. Le Procédé intensifié de production d'acétate de méthyle :

- ☒ $\frac{1}{4}$ (a) La production est entièrement effectuée dans une seule colonne.
(b) La production est effectuée dans une seule colonne, plus une étape de séparation. ☒
(c) La réaction et la distillation se font séparément.
(d) Une étape de purification supplémentaire est nécessaire.

4. Parmi les contraintes d'application de la distillation réactive :

- ☒ $\frac{1}{4}$ (a) la température d'opération dégrade le catalyseur.
(b) La température et la pression de la réaction et de la distillation doivent être proches. ☒
(c) L'influence de la pression sur l'efficacité ou la durée de vie du catalyseur.
(d) La température et la pression de la réaction et de la séparation doivent être identiques. ☒
(e) La structure de catalyseur peut générer des limitations externes de transfert de masse et de transfert thermique.

5. Numérotar les étapes, ci-dessous, de 1 à 7, pour la méthode classique de Soxhlet : :

- (2) (a) Le solvant est placé dans le ballon et chauffé jusqu'à ébullition. du réfrigérant permet alors de condenser cette vapeur.
(6) (b) Une fois le siphon du compartiment plein, l'extraitécoule dans le ballon. ☒
(4) (c) L'eau froide circulant dans les parois
(d) La matière est placée dans un compartiment d'extraction à l'intérieur d'un papier filtre.

$\frac{1}{4} \times 7$
(3) $\rightarrow$ (2) / (5) $\rightarrow$ 8 / (7) $\rightarrow$ 8

$$R-6) \quad \textcircled{A}, \textcircled{B}, \textcircled{C} \quad \left(\frac{1}{4} \times 3\right)$$

$$R-7) \quad \textcircled{d}, \textcircled{e}, \textcircled{f} \quad \left(\frac{1}{4} \times 3\right)$$

$$R-8) \quad \textcircled{b}, \textcircled{c}, \textcircled{e} \quad \left(\frac{1}{4} \times 3\right)$$

$$R-9) \quad \textcircled{A} \quad \left(\frac{1}{4} \times 2\right)$$

$$R-10) \quad \textcircled{a}, \textcircled{b}, \textcircled{d} \quad \left(\frac{1}{4} \times 3\right)$$

$$R-11) \quad \textcircled{a}, \textcircled{b}, \textcircled{c} \quad \left(\frac{1}{4} \times 3\right)$$

$$R-12) \quad \text{T ableam} \quad \left(\frac{1}{8} \times 11\right) = 1,375 \approx 1,4$$

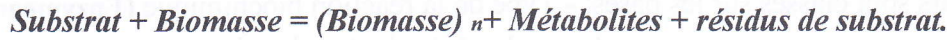
Corrige type

Ex01 :

1. Définition:

C'est un récipient dans lequel se déroule une **réaction biochimique**, il regroupe les **fermenteurs** et les **cytocalteurs**. On distingue des **Bioréacteurs à Enzymes** et des **Bioréacteurs à Cellules**.

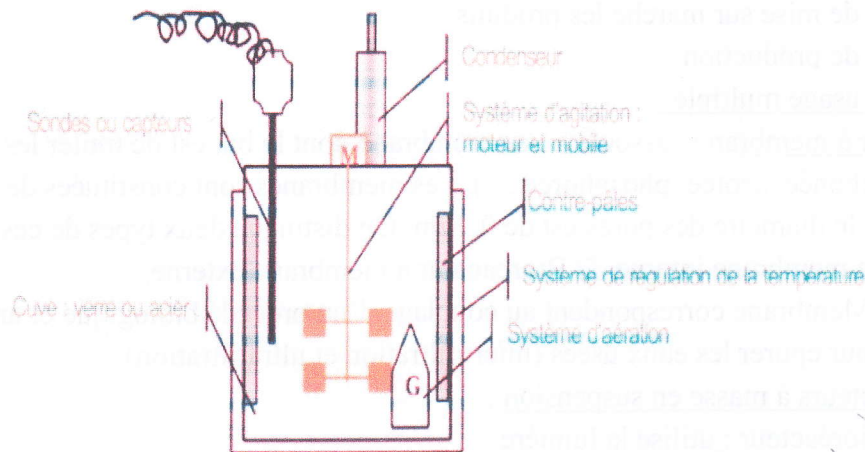
L'équation à l'intérieur de Bioréacteur :



A l'intérieur d'un bioréacteur on a deux types de transferts :

- Transformation de masse
- Transformation de l'énergie thermique

* Un schéma simplifié.



2- Les étapes sont très essentielles la mise en production dans un bioréacteur :

.1. Stérilisation : Se fait par un traitement thermique, on distingue :

.1.1. Stérilisation in situ :

- ☐ Injection des vapeurs d'eau à 121°C pendant 20 à 30 minutes
- ☐ Injection d'eau surchauffée (120°C à 140°C), la durée varie selon la taille de bioréacteur
- ☐ Chauffage de l'enceinte au moyen de résistances

.1.2. Stérilisation ex situ : Se fait par l'autoclavage, ainsi elle concerne les bioréacteurs en verre de petit volume.

.2. Injection de gaz : Certains microorganismes nécessitent le CO₂ ou bien le N₂ pour leur croissance. Ces gaz sont stockés dans des bouteilles sous pression, ainsi sont introduits dans le bioréacteur après passage sur un filtre stérilisant.

.3. La pression (P°) : Certaines productions nécessitent la mise sous pression du bioréacteur, pour cela des manomètres (instrument sert à mesurer la pression) sont placés pour contrôler à tous moment le niveau de pression dans toutes les parties de l'installation.

.4. La température : Selon le métabolisme ; les cellules en culture génèrent de l'énergie sous forme de chaleur, ainsi pour contrôler la température adéquate à la croissance ; on utilise une sonde qui détecte les variations de ce paramètres. Le réchauffement ou bien le refroidissement de l'enceinte est assuré par un circuit isolé d'eau qui n'est pas en contact avec les microorganismes.

.5. L'agitation : Représente un paramètre essentiel car il permet d'homogénéiser le milieu de culture, la

température et le pH ainsi l'agitation évite l'aggrégation des cellules. Un procédé mécanique muni d'un moteur électrique permet d'assurer cette agitation à l'intérieur de bioréacteur.

6.D'autres sondes et capteurs pour contrôler :

- ☐ Le potentiel d'oxydoréduction (Redox) ☐ Teneur en oxygène dissous ☐ Nature de gaz
- ☐ Niveau de mousse ☐ Teneur en O₂ et CO₂ à la sortie Etc.

- 3- Les bioréacteurs sont classés sur les bases: - Type de la réaction biochimique (**Enzymique ou Cellulaire**).
- Les cycles de la réaction biochimique.

* Types de Bioréacteurs :

1. Bioréacteur à usage unique : C'est un bioréacteur jetable qui supprime l'opération de maintenance, ainsi il est composé de polymère. L'intérêt :

- ☐ Réduit les délais de mise sur marché les produits
- ☐ Optimise le coût de production

2. Bioréacteur à usage multiple :

2.1. Bioréacteur à membrane : associé à une membrane dont le but est de traiter les sols et les eaux (dépollution carbonée, azotée, phosphorée ...). Les membranes sont constituées de fibres en polyfluorure de vinylidène dont le diamètre des pores est de 0,1 µm. On distingue deux types de ces bioréacteurs :

- ☐ Bioréacteurs à membrane interne. ☐ Bioréacteur à membrane externe.

Les bioréacteurs à Membrane correspondent au couplage d'un procédé biologique et un procédé de filtration membranaire pour épurer les eaux usées (microfiltration et ultrafiltration).

2.2. Les bioréacteurs à masse en suspension :

2.2.1. Photo-bioréacteur : utilise la lumière.

2.3. Bioréacteur à Biomasse immobilisée : les enzymes sont immobilisées sur des matrices plus ou moins de grandes tailles, soit sur un support inerte.

- 4- Tout d'abord, les bioréacteurs sont localisés dans des locaux, isolés et éloignés du laboratoire, ainsi les critères adaptables pour le choix d'un bioréacteur sont :

- ✓ Selon les types des microorganismes utilisés on distingue : bioréacteurs aérobies ou anaérobies
- ✓ Ils doivent assurer un contact parfait entre la phase liquide (milieu) et la phase solide (la biomasse)
- ✓ Permettent un bon transfert de matière entre la cellule et le milieu de culture
- ✓ Assurent un bon transfert d'oxygène
- ✓ Facilitent le transfert de la chaleur de milieu vers les cellules, puis des cellules vers l'extérieur
- ✓ Facilitent la collecte de produits
- ✓ Il faut tenir compte des risques de contamination.

EX02:

1- les Bilans thermique et matière d'un réacteur continu à agitation parfaite en régime stationnaire et isotherme:

F : flux volumique (unité de volume/unité de temps)

$N_A = F[A]$ (nombre de mole/unité de temps)

II.A.1. Bilan thermique

Bilan thermique *nul* puisque $T = \text{cte}$

II.A.2. Bilan de matière

$$N_{oA} - N_A = vV$$

Il n'y a pas accumulation

$$F_{oA}[A]_o - F_A[A] = vV$$

a- F est constant ($F = F_o$)

Chaque fois qu'on travaille en phase liquide et lorsque la réaction se produit sans variation du volume total (c-à-d, sans variation du nombre de mole totale).

$$[A]_o - [A] = \frac{V}{F} v$$

$\frac{V}{F}$ a la dimension d'un temps, on pose $\delta = \frac{V}{F}$

• **Cas général :** En général $v = f([A])$ est plus ou moins complexe mais peut être déterminée expérimentalement.

$$v = \frac{1}{\delta} [A]_o - \frac{1}{\delta} [A] = -\frac{1}{\delta} [A] + \frac{1}{\delta} [A]_o$$

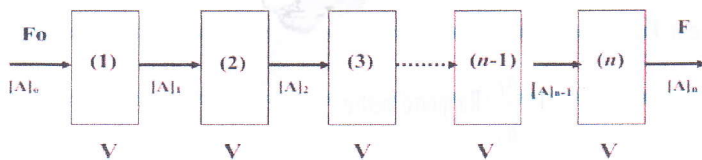
- On trace, $v = f([A])$ complexe

- On trace sur la même figure la droite $y = -\frac{1}{\delta} [A] + \frac{1}{\delta} [A]_o$ en fonction de $[A]$

L'intersection des deux courbes $\Rightarrow [A]$ (à la sortie du réacteur).

• **Association de réacteurs en série (réacteurs en cascade)**

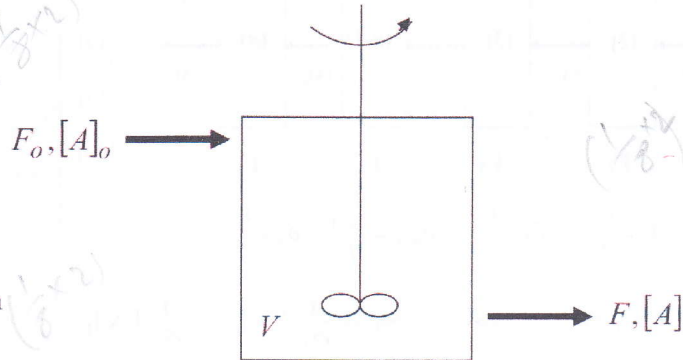
► F constant V : identique pour tous les réacteurs



• **Résolution algébrique :**

$$\begin{aligned} [A]_o - [A]_1 &= v_1 \delta \rightarrow v_1 = \frac{1}{\delta} [A]_o - \frac{1}{\delta} [A]_1 \\ [A]_1 - [A]_2 &= v_2 \delta \rightarrow v_2 = \frac{1}{\delta} [A]_1 - \frac{1}{\delta} [A]_2 \\ &\vdots \\ [A]_{n-1} - [A]_n &= v_n \delta \rightarrow v_n = \frac{1}{\delta} [A]_{n-1} - \frac{1}{\delta} [A]_n \end{aligned}$$

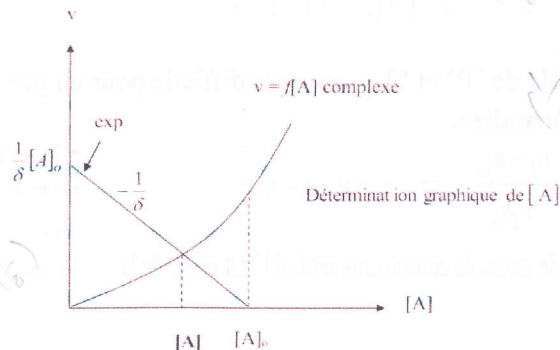
$$[A]_o - [A]_n = \delta \sum_{i=1}^n v_i$$



$\delta = \frac{V}{F}$: s'appelle temps de séjour du réactif A dans le réacteur ou bien temps de passage : C'est le temps mis pour traiter un volume de réactifs égal au volume du réacteur.

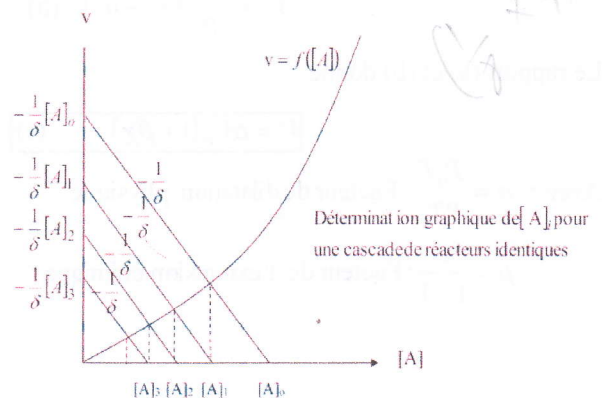
$\frac{F}{V}$ (temps⁻¹) s'appelle aussi vitesse spatiale ou débit spécifique de A

$$[A]_o - [A] = v \delta \quad (I)$$

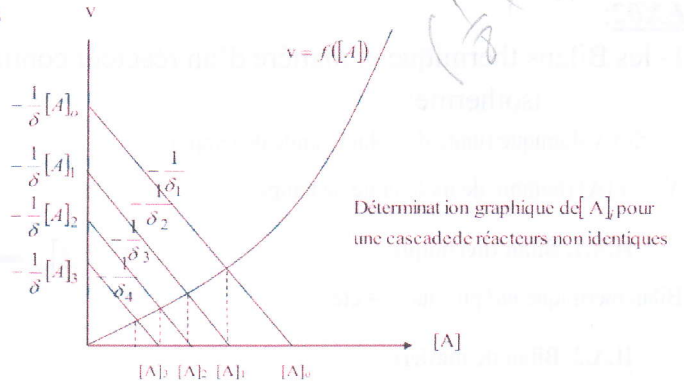
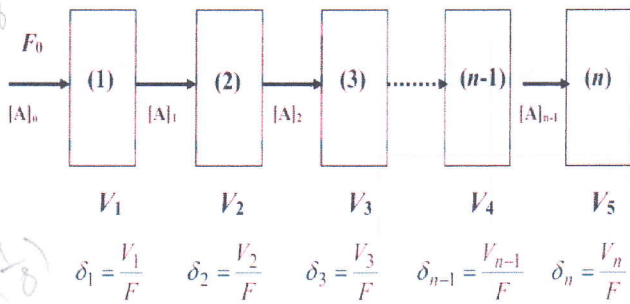


⇒ Résolution algébrique ne donne pas grand chose (concentration à la sortie de chaque réacteur ?).

• **Résolution graphique :**



► F constant V : n'est pas identique pour tous les réacteurs



$$\begin{aligned} [A]_0 - [A]_1 &= v_1 \delta_1 \rightarrow v_1 = \frac{1}{\delta_1} [A]_0 - \frac{1}{\delta_1} [A]_1 \\ [A]_1 - [A]_2 &= v_2 \delta_2 \rightarrow v_2 = \frac{1}{\delta_2} [A]_1 - \frac{1}{\delta_2} [A]_2 \\ &\vdots \\ [A]_{n-1} - [A]_n &= v_n \delta_n \rightarrow v_n = \frac{1}{\delta_n} [A]_{n-1} - \frac{1}{\delta_n} [A]_n \end{aligned}$$

b- F non constant ($F \neq F_0$)

Problème se pose généralement pour les réacteurs en phase gaz.

Bilan de matière pour un constituant A du mélange des réactifs.

$$N_o - N_A = vV \Rightarrow F_o[A]_o - F[A] = vV$$

➔ Parce que le contrôle de "P" et "T" sera très difficile pour un gaz dans un **système fermé**.

➔ ► **Avancement normalize:**

Il est défini par : $\chi = \frac{n_j - n_{j,0}}{v_j n_o} \Rightarrow n_j = n_{j,0} + v_j n_o \chi$

$n_o = \sum_j n_{j,0}$: Nombre total de moles de constituants actifs à l'état initial de la réaction. D'où :

$$\chi = \frac{\xi}{n_o}$$

*A l'état initial de la réaction, le volume total du mélange est V_o

$$V_o = \frac{RT_o}{P_o} (n_I + n_o) \quad (b)$$

Le rapport (a) et (b) donne :

$$V = \alpha V_o (1 + \beta \chi) \quad (c)$$

Avec : $\alpha = \frac{P_o T}{P T_o}$: Facteur de dilatation physique

$\beta = \frac{\Delta v}{1 + I}$: Facteur de d'expansion chimique

• Soit pour une réaction simple, un mélange gazeux parfait comportant n_I moles d'inertes.

*A un instant t donné où la pression est P et la température et T , le volume du gaz est :

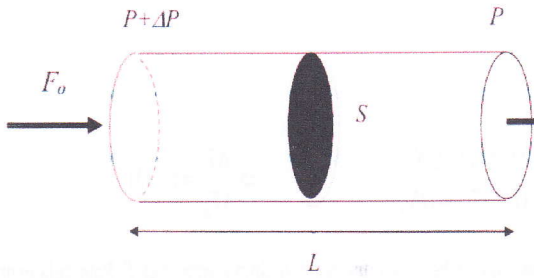
$$\begin{aligned} V &= \frac{RT}{P} \left(n_I + n_o + n_o \chi \sum_i v_i \right) \\ \sum_j v_j &= \Delta v = \sum v_{\text{Produits}} - \sum v_{\text{Réactifs}} \\ \rightarrow V &= \frac{RT}{P} (n_I + n_o + n_o \chi \Delta v) \quad (a) \end{aligned}$$

$$I = \frac{n_I}{n_o} : \text{Rapport d'inertie}$$

Le volume total V varie sous l'influence des conditions physique (α) et chimiques (β) et de l'avancement de la réaction (χ). Cette variation est d'autant plus grande que la réaction absorbe ou émet des molécules gazeuse et qu'il ya moins d'inertes (β).

II. Réacteur continu tubulaire (à écoulement piston)

Supposons un tube cylindrique où circule un fluide (mélange réactionnel)



F, F_0 : flux globale du fluide

S : Section du tube traversée par le fluide

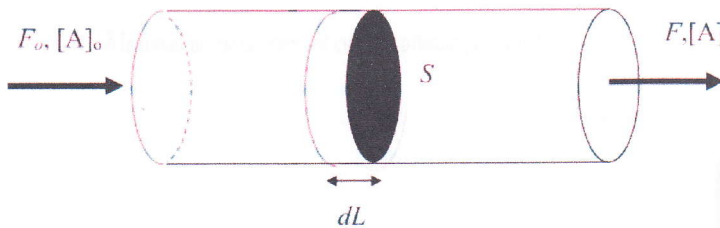
En régime stationnaire, on définit l'écoulement par F et par la vitesse moyenne

$$\text{de l'écoulement : } \bar{u} = \frac{\text{Débit volumique}}{\text{Section}} = \frac{V}{S} \Rightarrow F = S\bar{u}$$

Si F est constant $\rightarrow \bar{u} = \text{cst}$

Dans la suite on suppose que $\frac{\Delta L}{L} = 0$ (c-à-d, la perte de charge est nulle)

III.A. Réacteur tubulaire isotherme



III.A.1. Bilan de matière

$$d(N_o - N_A) = d(V)v \Leftrightarrow -dN_A = v dV \quad (1)$$

$$(1) \rightarrow V = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{dN_A}{v} = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d(F[A])}{v}$$

a- Si F est constant

$$(1) \rightarrow \frac{V}{F} = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{v}$$

$$\rightarrow \delta = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{v} \quad (3)$$

Remarque : (3) est identique à celle d'un réacteur statique : $t = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{v}$

• b- Si F non constant ($F \neq F_0$)

➤ Réaction d'ordre 1 : $v = k[A]$

$$\begin{cases} F = F_0(1 + \beta\tau) \\ [A] = \frac{N_A}{F} = \frac{N_o(1 - \tau)}{F_0(1 + \beta\tau)} = [A]_o \frac{1 - \tau}{1 + \beta\tau} \end{cases}$$

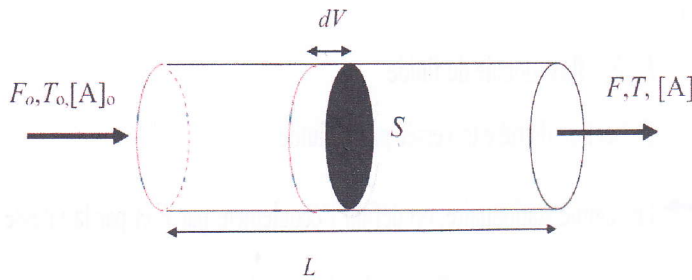
$$\text{Eq (1) : } -dN_A = v dV \rightarrow v = \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{dN_A}{v} = \int_0^\tau \frac{N_o d\tau}{k[A]_o \frac{1 - \tau}{1 + \beta\tau}} \quad \text{car } \begin{cases} N_o - N_A = N_o\tau \Rightarrow -dN_A = N_o d\tau \\ v = k[A] = k[A]_o \frac{1 - \tau}{1 + \beta\tau} \end{cases}$$

$$\delta = \frac{V}{F_o} = \frac{1}{F_o} \int_0^\tau \frac{N_o}{k[A]_o} \frac{d\tau}{\frac{1 - \tau}{1 + \beta\tau}} = \int_0^\tau \frac{1}{k} \frac{1 + \beta\tau}{1 - \tau} d\tau \quad (\text{car, } \frac{N_o}{[A]_o} = F_o) \quad \text{Intégration : } \rightarrow \text{Equation de BENTON :}$$

$$k\delta = \frac{V}{F_o} = \int_0^\tau \frac{1 + \beta\tau}{1 - \tau} d\tau$$

$$k\delta = (1 + \beta) \ln \frac{1}{1 - \tau} - \beta\tau$$

III.B. Réacteur tubulaire adiabatique



$$\begin{cases} \zeta(T - T_o) = QN_o \tau \\ \zeta(T_m - T_o) = QN_o \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta T_m} = \tau \quad (3)$$

III.B.1. Bilan de matière

$$-dN_A = v dV \quad (1) \Leftrightarrow N_o d\tau = v dV \quad (1')$$

III.B.2. Bilan thermique

$$\zeta dT = Qv dV \quad (2) \quad \zeta dT = QN_o d\tau \quad (2')$$

Intégration : $\zeta(T - T_o) = QN_o \tau$

Au maximum $T = T_m, \tau = 1$

$$\zeta(T_m - T_o) = QN_o = \zeta \Delta T_m$$

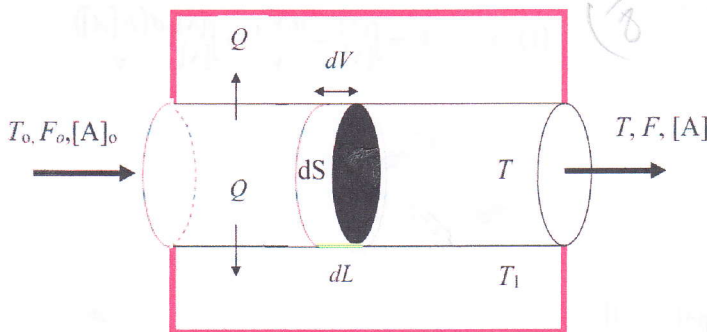
Remarque : Cherchons une relation simple entre τ et T . Pour cela exprimer v à l'aide d'un seul paramètre (T ou τ).

Bilan thermique :

On a : $\frac{\delta}{[A]_o} = \frac{V}{F_o [A]_o} = \frac{V}{N_o} = \int_0^1 \frac{d\tau}{v}$ (4) (car d'après l'équation (1)' on a $\frac{dV}{N_o} = \frac{d\tau}{v}$)

On voit apparaître toujours le temps de séjour nominal δ .

III.C. Réacteur tubulaire avec transfert de chaleur



$$(1) \rightarrow N_o d\tau = v dV = v \pi \frac{D^2}{4} dL \quad (1')$$

$$(2) \rightarrow QN_o d\tau = \zeta dT + K(T - T_o) \pi D dL \quad (2')$$

$$(1)' \rightarrow dL = \frac{N_o d\tau}{v \pi \frac{D^2}{4}}$$

III.C.1. $T_o = T_1$

III.C.1. a. Bilan de matière

$$-dN_A = v dV \rightarrow N_o d\tau = v dV \quad (1) \quad (2)' \rightarrow QN_o d\tau = \zeta dT + K(T - T_o) \pi D \frac{N_o d\tau}{v \pi \frac{D^2}{4}}$$

III.C.1. b. Bilan thermique

$$-Qv dV + \zeta dT = -K(T - T_o) dS$$

$$\zeta dT + K(T - T_o) dS = Qv dV = QN_o d\tau \quad (2)$$

$$\Rightarrow dT = \frac{QN_o d\tau}{\zeta} - K(T - T_o) \pi D \frac{N_o d\tau}{\zeta (v \pi \frac{D^2}{4})}$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{d\tau} = \frac{QN_o}{\zeta} - \frac{4K(T - T_o)N_o}{\zeta v D}$$

$$94/8 = 11,75$$

التصحيح النموذجي للإمتحان الثاني

التمرين الأول: QCM ضع علامة X أمام الإجابة الصحيحة 05 نقاط

1. الأدوية ذات القطبية العالية تكون (1)
- ☐ قليلة الذوبان في المحاليل المائية و بالتالي ضعيفة الإمتصاص
- ☒ شديدة التأين و بالتالي تجد صعوبة كبيرة في إختراق الأغشية
- ☒ قيم pKa فيها خارج المجال [6-9]
2. في حالة كان الجزيء له مشكل قطبية (قليل الإستقطاب)، نلجأ للإستراتيجية المعاكسة من خلال (1,5)
- ☒ نزع المجموعات الألكيلية الكبيرة و تعويضها بمجموعات ألكيلية صغيرة
- ☒ حذف المجموعات الألكيلية الكبيرة كليا
- ☐ إضافة مجموعة ألكيلية هايدروفوبية إلى المركب
- ☒ إضافة مجموعة ألكيلية هايدروفيلك إلى المركب
3. يتوقف نمو كافة انواع البكتيريا (لا توجد إجابة صحيحة) (1)
- ☐ عند درجة حرارة التبريد أكبر من 5 درجات مئوية.
- ☐ عند درجة حرارة التبريد تعادل 5 درجات مئوية
- ☐ عند درجة حرارة عالية
4. المرحلة الأخيرة من الدراسات السريرية تنتهي ب: (لا توجد إجابة صحيحة) (1,5)
- ☐ عملية إصطناع الدواء
- ☐ طرح المنتج للسوق
- ☐ إضافة السواغات للمادة الفعالة

التمرين الثاني : أجب عن الأسئلة: 12 نقطة

- 1- اذكر أربع تحديات تواجه صناعة وتطوير الأدوية (2)
- صناعة كثيفة البحث والتطوير، وخاصة في البلدان النامية حيث يقل نشاط البحث العلمي ويتم استيراد المواد الفعالة من الخارج.
 - تختلف طبيعة سوق المنتجات الدوائية؛ حيث يغلب عليها الطبيعة الاحتكارية وسيطرة عدد قليل من الشركات على النسب الأكبر من السوق
 - ينبغي أن يكون الدواء فعال و آمن، و هذا يتطلب إجراء إختبارات قبل السريرية و السريرية للتأكد من عدم سميته، تفاعلات الأيض التي يتعرض لها، إستقراره، و الصيغة الدوائية.
 - قابلية التطوير في جانب التركيب الكيميائي و طريقة الصنع من أجل تحقيق أكبر كمية من المنتج و بأقل التكاليف.

- 2- تحوز الصناعة الدوائية على اهتمام كبير من مختلف الدول لعدة أسباب : اذكر أربعة منها (2)
- من الصناعات الضرورية التي تمس صحة الإنسان و ترتبط ارتباطا وثيقا بقطاع الرعاية الصحية
 - من الصناعات التحويلية الضخمة مرتفعة القيمة المضافة ولديها معدل ربحية مختلف.
 - سلعة غير مرنة الطلب بحيث يستمر الطلب عليها حتى مع ارتفاع أسعارها

- كونها سلعة غير مرنة يجعلها لا تتأثر كثيراً بفترات الكساد أو الركود الاقتصادي

3- الدراسات السريرية

1) **الطور الأول:** يتم فيه التأكد من مأمونية الدواء وسلامته على البشر باستخدام أقل جرعة: ممكنة (عشر الجرعة التي يعتقد أنها سوف تكون فعالة)، وغالباً ما يتم العمل على متطوعين أصحاء لا يعانون من المرض الذي يستخدم هذا الدواء لعلاج.

1) **الطور الثاني:** التحقق من فعالية الدواء، حيث يتم تطبيق الدواء على المرضى الذين يعانون من المرض (بضع مئات إلى ألف مريض). ويتم متابعتهم سريرياً في المشفى من قبل أطباء سريريين مختصين بهذا المرض.

1) **الطور الثالث:** يتم فيه تحديد الجرعة بدقة (يستغرق ذلك مدة طويلة جداً تقدر بعشرات السنوات) وتختلف الجرعة حسب العمر والوزن والحالة المرضية وتسمى بالجرعة الفردية ويتم تطبيقه على آلاف المرضى ويعد من أكثر المراحل كلفة في أثناء هذه الأطوار تتم دراسة السمية الطويلة الأمد

1) **الطور الرابع:** بعد الموافقة على إنتاج الدواء وتسويقه تتم متابعته وكتابة تقارير عن استجابات جديدة (آثار علاجية وجانبية وتداخلات دوائية جديدة) لم تظهر أثناء العمل ومتابعتها وإضافتها إلى النشرة الدوائية، ويمكن أن يتم سحب الدواء من الأسواق عند اكتشاف أضرار سمية له، في هذا الطور يتم العمل على ملايين المرضى.

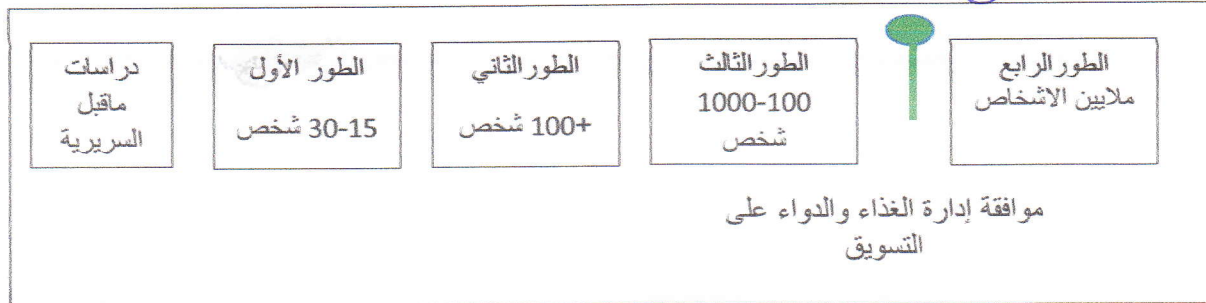
1) 4- من هم الأشخاص القادرين على المشاركة في الأبحاث السريرية؟

الطور الأول: أشخاص أصحاء متطوعون لا يعانون من المرض المراد علاجه
الأطوار الأخرى: أشخاص مرضى يعانون من المرض المراد علاجه ولا يعانون من أي أمراض أخرى

5- ماذا نقصد بالدراسات ما قبل السريرية؟

In vitro: تعني داخل الزجاج وهي تدل على كل إجراء أو تجربة تحدث داخل المختبر (انبوب الاختبار)
In vivo: تعني داخل الأجسام الحية وهي تدل على كل تجربة تجري داخل الكائن الحي (القوارض، الأرانب....)

6- المخطط



7- ماذا نقصد بالتسمم الغذائي الكيميائي والتسمم الغذائي الميكروبيولوجي

1) **التسمم الغذائي الكيميائي:** ينتج عن وجود الأملاح المعدنية الضارة مثل تلوث الغذاء بمبيدات الحشرات أو تلوثه

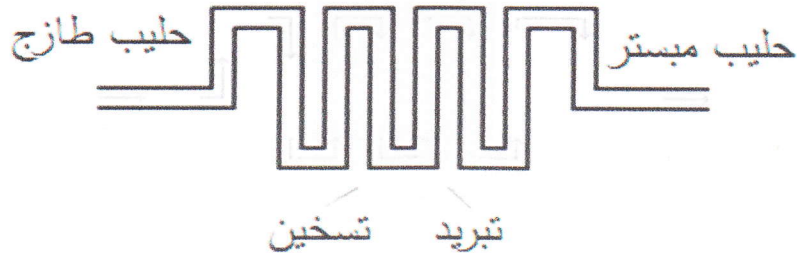
1) **التسمم الغذائي الميكروبيولوجي:** ينتج عن وجود الميكروبات الضارة مثل تلوث الغذاء بمبيدات الحشرات أو تلوثه

عرف البسترة وقدم مثالا عن ذلك

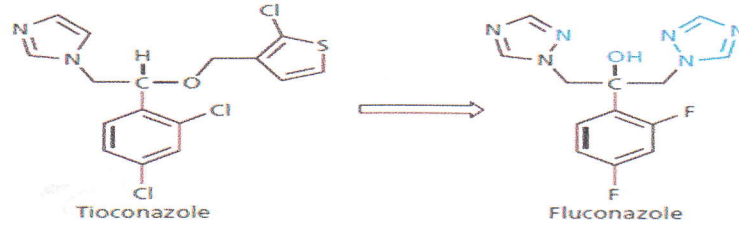
8-

معاملة حرارية تؤدي إلى قتل الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض، ولكنها لا ترتفع إلى درجة حرارة الغليان وأحسن مثال لذلك اللبن، وتعمل البسترة أيضا لعصير الفواكه والخل . وهي طريقة للحفاظ المؤقت إذ أن الأحياء الدقيقة التي لم تقتلها الحرارة تستطيع أن تنمو وتتكاثر وتؤدي إلى فساد الغذاء. ويجب أن تحفظ الأغذية بعد بسترتها على درجات حرارة منخفضة بالتبريد حتى لا تفسد بسرعة . وتقاس كفاءة عملية البسترة بالقضاء على ميكروب السل حيث أنه من أكثر الميكروبات المرضية تحملا للمعاملة الحرارية، يوجد نوعان من البسترة : بسترة بطيئة وبسترة سريعة.

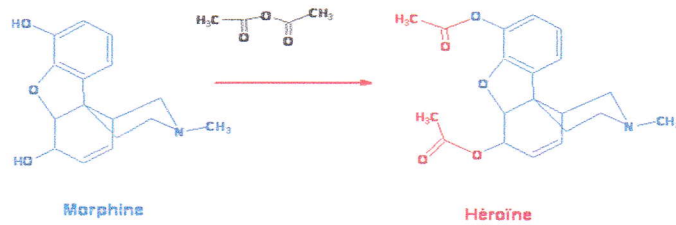
المثال : بسترة اللبن ومنتجاته



التمرين الثالث : 3 نقاط



الشكل 01 : إستبدال الحلقة التي بها S و Cl وتعويضها بالحلقة التي بها N ، بالإضافة إلى المجموعة القطبية OH هذا ساهم في زيادة القطبية وبالتالي يصبح المركب المتحصل عليه ضعيف الإمتصاص في الأنسجة الدهنية لكن عالي الإمتصاص في الدم ولهذا يؤخذ عن طريق الحقن.



الشكل 02 : إستبدال مجموعة كحولية في مركب المورفين بمجموعة استر في مركب الهروين للتقليل من القطبية وبالتالي تزيد الأمتصاصية على مستوى الأنسجة الخلوية الدهنية .