

Niveaux: SM PC SVT

Matière: chimie

PROF: Zakaryae Chriki

Résumé N:9

Chimie Organique

**I. Nomenclature des Alcanes**

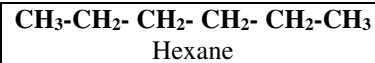
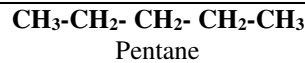
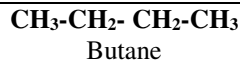
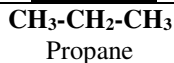
Les alcanes sont des molécules organiques uniquement composées d'atomes de carbone et d'hydrogène tous liés ensemble uniquement par des liaisons simples et dont la formule brute est C_nH_{2n+2} avec n un nombre naturel

1. Les alcanes linéaires ou les n-alcanes :**Définition :**

Les chaînes carbonées sont linéaires si chaque atome de carbone n'est lié au maximum qu'à deux autres atomes de carbones au sein de la chaîne .

Nomenclature :

Le nom de l'alcane est formé du suffixe « ane » précédé d'un terme grecque qui correspond au nombre de carbone dans la chaîne

Exemples :**2. Les alcanes ramifiés :****Définition :**

Les chaînes carbonées ramifiées sont des chaînes où au moins l'un des atomes carbones de la chaîne est lié au moins à trois autres atomes de carbones

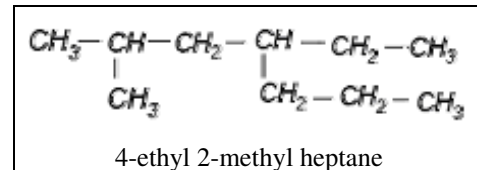
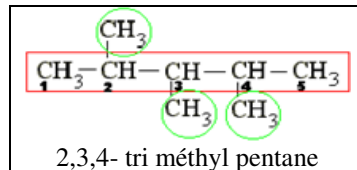
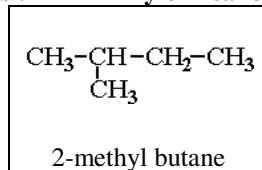
Nomenclature :

Pour nommer cette molécule il faut procéder de la façon suivante :

1. Ecrire la formule semi développée de la molécule (ou l'écriture topologique)
2. Identifier la chaîne principale (la chaîne carbonée la plus longue), on lui attribue le nom de l'alcane
3. Identifier les groupes alkyles (groupes ramifiés) liés à cette chaîne
4. Numéroter les atomes de carbone, à partir de l'extrémité qui permet d'obtenir **la somme**, des numéros associés aux groupes alkyles, **la plus petite possible**.
5. Le nom de la molécule est constitué du nom de l'alcane principale, précédé des noms des radicaux et chaque radical est précédé par son numéro

NB :

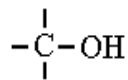
Si plusieurs groupes identiques figurent dans la molécule, on ajoute les préfixes "di" pour 2 et "tri" pour 3 et "tetra" pour 4

Exemples : i-Alcyle Alcane**Les dix premiers alcanes linéaires**

Nombre de carbone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alcane (C_nH_{2n+2})	méthane	éthane	propane	butane	pentane	hexane	heptane	octane	nonane	décane
Radical (C_nH_{2n+1})	méthyl	éthyl	propyl	butyl						

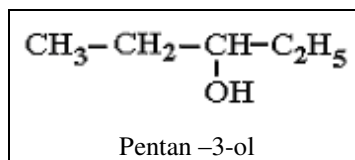
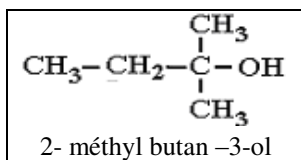
II. Nomenclature des composés organiques**1. Alcool :**

On appelle alcool un composé organique dans lequel le groupe hydroxyle $-OH$ est lié à un atome de carbone saturé.

**Nomenclature :**

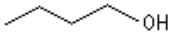


- On détermine le nom de l'alcane à condition :
 - La chaîne principale est la chaîne la plus longue qui porte le groupe $-OH$.
 - La numérotation de la chaîne est choisie de façon que le groupe $-OH$ ait le numéro le plus petit possible.
- Le nom de l'alcool est formé en ajoutant le suffixe ol au nom de l'alcane (**alcane -i-ol**)

Exemples :



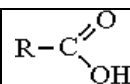
Classes d'alcool :

Selon que l'atome de carbone portant le groupe caractéristique -OH est lié à 1, 2, 3 atomes de carbone, l'alcool est qualifié de primaire, secondaire, tertiaire

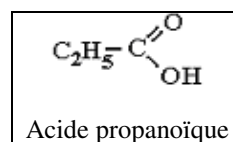
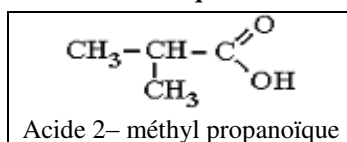
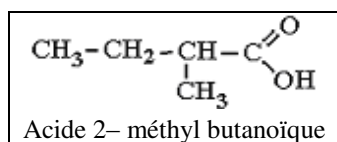
Classe de l'alcool	Alcool primaire	Alcool secondaire	Alcool tertiaire
Formule générale	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}'' \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$
Exemples			
	Butanol ou butan -1 ol	butan -2- ol	2 -methyl propan -2- ol

2.Acide Carboxylique :

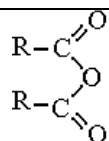
- Repérer la chaîne carbonée la plus grande contenant le carbone fonctionnel de l'acide.
- Numéroter les carbones en commençant par le carbone fonctionnel de l'acide.
- Le nom de l'acide est le nom de l'alcane précédé par le mot acide et finira par la terminaison -oïque



Acide alcanoïque

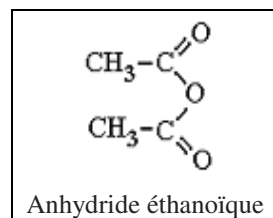
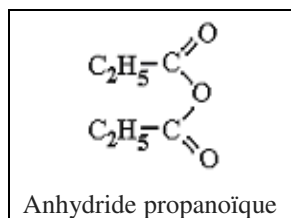
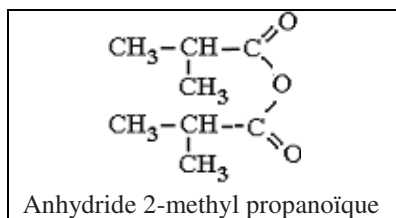


3.Anydeude d'Acide :



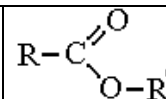
On nomme le composé, de la même manière que l'acide carboxylique juste on remplace le mot **acide** par le mot **anhydride** (anhydride **alcanoïque**)

Exemples :

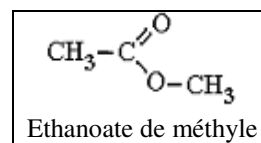
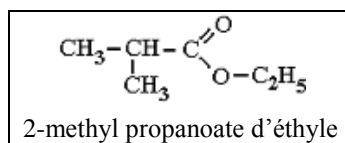
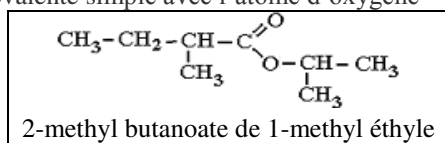


4.Ester:

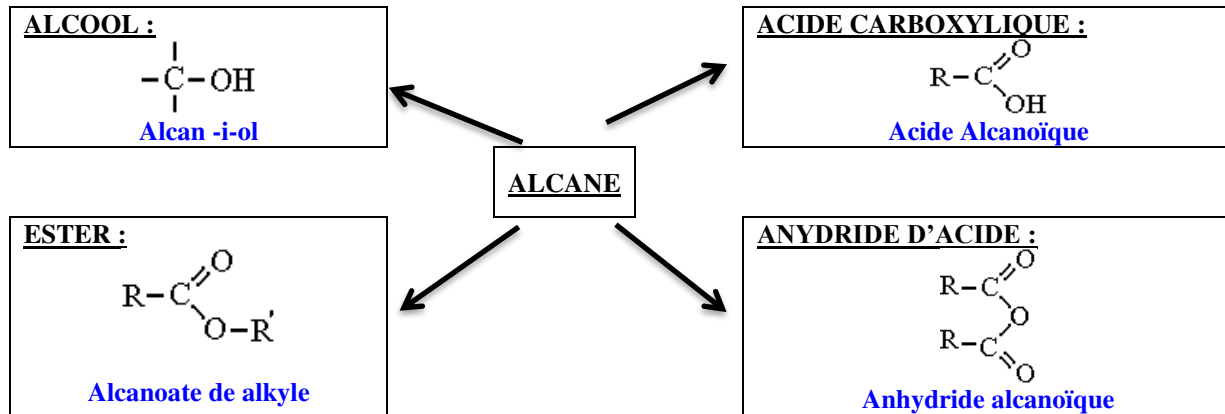
La nomenclature des esters est composée de deux termes, le premier terminant en -oate désignant la chaîne carbonée issue de l'acide et le deuxième terminant par -yle désignant la chaîne carbonée de l'alcool.



- Déterminer la longueur de la chaîne provenant de l'acide et rajouté le suffixe OATE : → Alcanoate
- Ajouter un "de" après le nom en -oate
- Déterminer la longueur de chaîne provenant de l'alcool puis terminer par le suffixe -yle (avec le "e" car en fin de nom.)
- Ce qui donne Alcanoate de alkyle
- Dans le cas des ramifications la chaîne carbonée est numéroté à partir de l'atome de carbone lié avec une liaison covalente simple avec l'atome d'oxygène



NB:



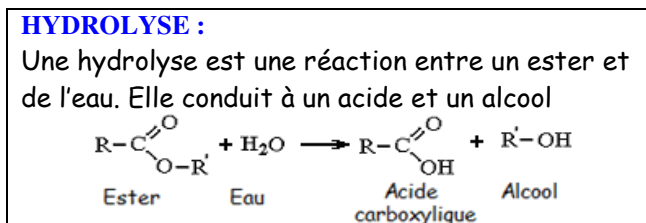
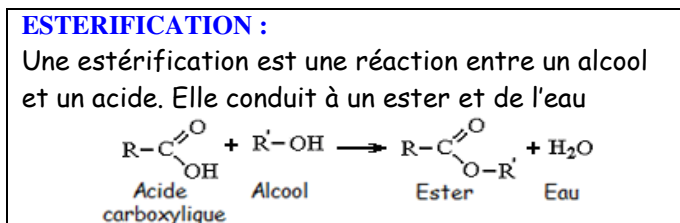
Nommer un alcane :

(1) La chaîne principale carbonée (La plus longue chaîne) Alcane	(2) Les radicaux liés à la chaîne principale alkyle	(3) Un numéro i à chaque radical i	(4) Classer les radicaux par ordre alphabétique Abcdefgh
--	--	---	--

i-Alkyle Alcane

III. Esterification et Hydrolyse

1. Les équations de réactions:



2. Caractéristiques de l'estérification et de l'hydrolyse : sont deux transformations chimiques :

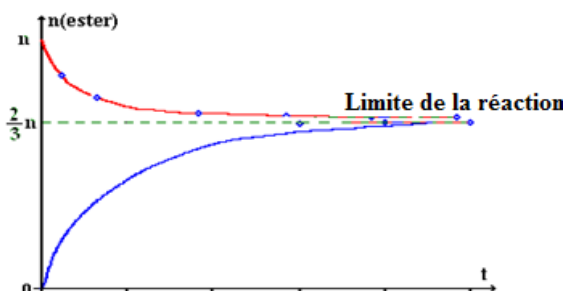
- **Lente** : nécessite trop de temps pour atteindre sa limite
- **Limitée** : aucun réactif n'est limitant et l'estérification est limitée par l'hydrolyse de l'ester formé
- **Athermique** : ne nécessite pas d'apport d'énergie thermique (chaleur) pour se produire et ne dégage pas d'énergie thermique

NB :

Athermique ne signifie pas qu'un apport d'énergie thermique soit sans effet sur la transformation

3. La limite de la réaction :

- Est indépendante de la température, de la pression, du catalyseur et de la nature de l'acide utilisé
- Dépend de la classe de l'alcool

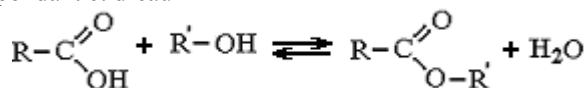


4. Etat d'Equilibre :

- L'estérification et de l'hydrolyse sont deux transformations chimiques l'une inverse de l'autre et elles se font simultanément et se limitent mutuellement
- L'état d'équilibre est la situation pour laquelle la vitesse de la réaction d'estérification est la même que la vitesse d'hydrolyse de l'ester formé. Les quatre espèces (acide, alcool, ester et eau) coexistent.
- Le taux d'avancement final τ est inférieur à 1.

NB :

On aboutit avec un mélange équimolaire d'acide carboxylique et d'alcool au même état d'équilibre (même limite) qu'avec un mélange équimolaire d'ester correspondant et d'eau



Equation d'estérification	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$			
Etat initial	1 mol	1 mol	0	0
Etat intermédiaire	1 - x	1 - x	x	x
Etat final	1 - x _f	1 - x _f	x _f	x _f
Etat final	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$

Généralement :

Equation d'estérification	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$			
Etat initial	n mol	n mol	0	0
Etat intermédiaire	n - x	n - x	x	x
Etat final	n - x _f	n - x _f	x _f	x _f
Etat final	$\frac{1}{3} \cdot n$	$\frac{1}{3} \cdot n$	$\frac{2}{3} \cdot n$	$\frac{2}{3}$

5. Rendement de réaction :

Le rendement r d'une réaction est le rapport de la quantité de matière formé expérimentalement n_{exp} et la quantité de matière formée n_{theo} si la réaction est considérée comme totale et $0 < r \leq 1$

$$r = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{theo}}} \quad \begin{array}{l} n_{\text{exp}} : \text{quantité de matière formé expérimentalement} \\ n_{\text{theo}} : \text{quantité de matière formé si la réaction est considérée comme totale} \end{array}$$

Augmenter la vitesse de réaction :

- Augmenter la température
- Augmenter la concentration initiale
- Ajouter un catalyseur

Améliorer le rendement :

- Ajouter un réactif en excès
- Eliminer un produit formé

Le **rendement** d'une réaction d'estérification entre un acide carboxylique et un alcool **dépend de la classe** de l'alcool utilisé. Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur du rendement de la réaction en fonction de la classe de l'alcool :

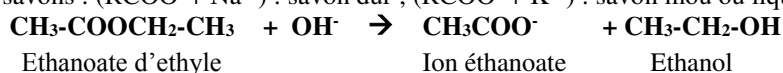
Classe de l'alcool	Primaire	Secondaire	Tertiaire
Rendement	67 %	60 %	5 %

IV. La Saponification

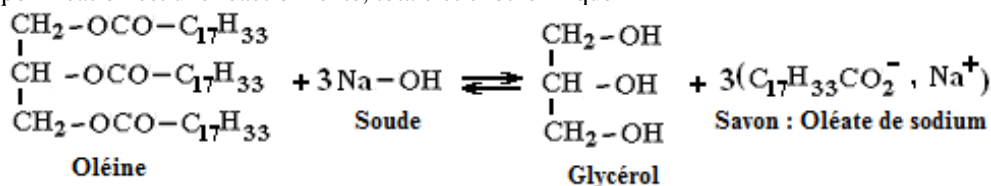
1. La saponification est une réaction chimique transformant un ester en un ion carboxylate et un alcool. Il s'agit en fait de l'hydrolyse en milieu basique d'un ester. Cette réaction permet la synthèse du savon.

2. Préparation du savon:

- Un savon est un mélange de carboxylate de sodium (ou de potassium). La chaîne carbonée non ramifiée (saturée ou non) possède au moins dix atomes de carbone.
- Formule générale des savons : $(\text{RCOO}^- + \text{Na}^+)$: savon dur ; $(\text{RCOO}^- + \text{K}^+)$: savon mou ou liquide



La réaction de saponification est une réaction lente, totale et exothermique

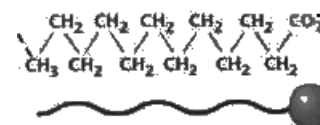
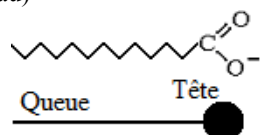


Oleïne : constituant principale de l'huile d'olive

3. Caractères hydrophile et hydrophile des ions carboxylate

L'ion carboxylate R-COO^- est constitué de :

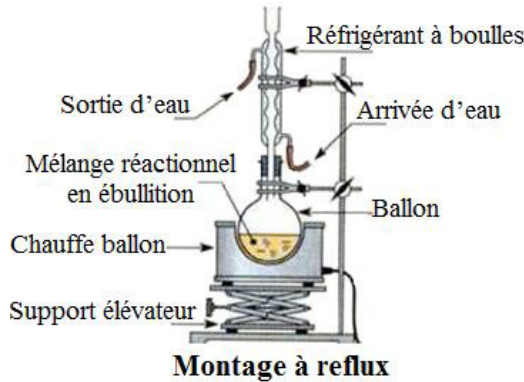
- Tête hydrophile COO^- : s'entoure facilement des molécules d'eau
- Queue hydrophobe R- : il a beaucoup d'affinité pour les chaînes carbonées présentes dans les graisses (déteste l'eau)



La solution du savon est une solution mousseuse et détergente, les ions carboxylates forment autour de la surface de l'eau un ruban, les têtes s'enfoncent dans l'eau et les queues s'enfoncent dans les substances grasses

4. Chauffage à reflux:

- En chauffant, on augmente la température du mélange réactionnel, on accélère la réaction de saponification qui est une réaction lente à température ambiante.
- Le chauffage à reflux permet de condenser les vapeurs des réactifs et des produits grâce au réfrigérant à bulles et de les faire retourner à l'état liquide dans le ballon



Quel est le rôle de l'éthanol ?

- Les deux réactifs, oléine et soude, sont tous deux solubles dans l'éthanol : l'éthanol permet aux réactifs d'être en contact dans la solution. On parle de transfert de phase des réactifs.
- L'utilisation de l'éthanol rend le mélange réactionnel plus homogène.

Quel est le rôle de l'acide sulfurique H_2SO_4 ?

L'acide sulfurique joue le rôle d'un catalyseur dans le but d'augmenter la vitesse de la réaction

Quel est le rôle de pierre ponce ?

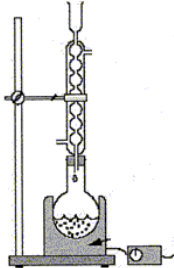
Pierre ponce (pierre lunaire) : trop légère et régularise l'ébullition (homogénéité de température dans le mélange) en évitant la formation aléatoire et incontrôlée de grosses bulles de vapeur.

Quel est le rôle de la solution saturée de chlorure de sodium (Solution salée) ?

- Laver le savon : diluer au maximum la soude
- Précipiter le savon : le savon est peu soluble dans l'eau salée, on parle alors de relargage du savon
- Après filtration et rinçages, on récupère le savon

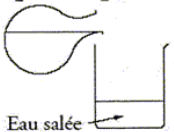
5. Etapes de la fabrication du savon

Etape (1)



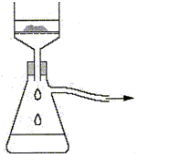
- Chauffer à reflux pendant 30 min
En travaillant à température modérée on accélère la réaction tout en évitant les pertes de matière : les vapeurs se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le ballon.

Etape (2)

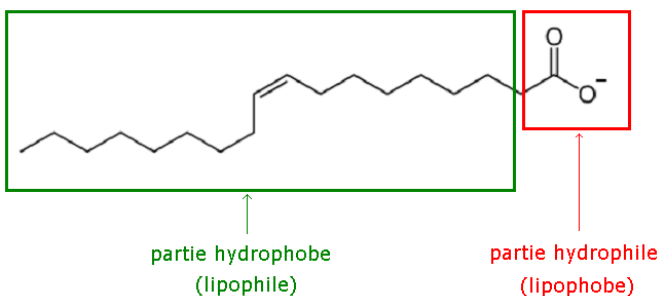


- À la fin du chauffage verser le mélange chaud dans le bécher contenant l'eau salée froide.
Le savon est peu soluble dans l'eau froide et salée : le savon précipite en grande partie (relargage) ;

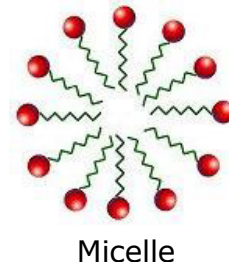
Etape (3)



- Filtration : récupérer le savon et le sécher.



Hydrophile : qui aime l'eau
Hydrophobe : qui n'aime pas l'eau



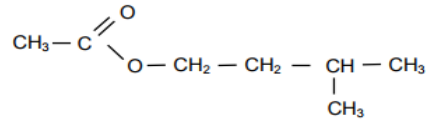
EXERCICE 1

Le composé organique éthanoate-3 méthyle butyle est caractérisé par une bonne odeur qui ressemble à celle de la banane, il est ajouté comme parfum dans quelques confiseries et des boissons et le yourte.

Cette partie de l'exercice a pour objectif l'étude cinétique de la réaction de l'hydrolyse de l'éthanoate-3 méthyle butyle et la détermination de la constante d'équilibre de cette réaction.

Données :

La formule semi développée de l'éthanoate-3 méthyle butyle noté E :



Masse molaire du composé E : $M(E) = 130 \text{ g.mol}^{-1}$.

Masse volumique du composé E : $\rho(E) = 10,87 \text{ g.ml}^{-1}$.

Masse molaire de l'eau : $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$.

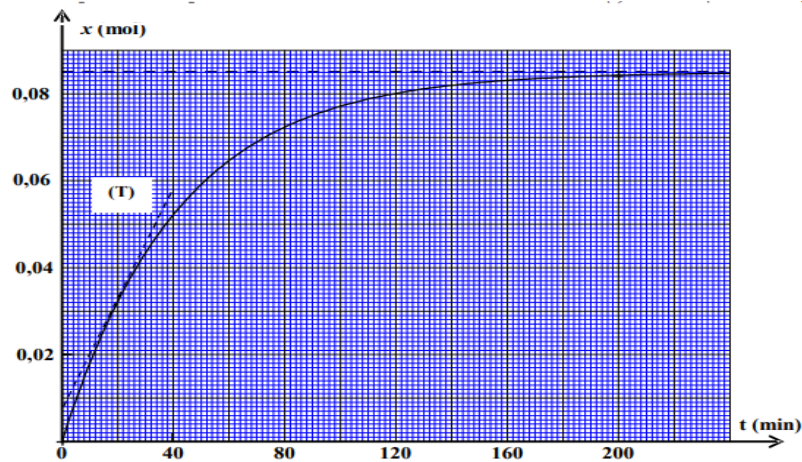
Masse volumique de l'eau : $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g.ml}^{-1}$.

On verse dans un ballon le volume $V(\text{H}_2\text{O}) = 35 \text{ mL}$ d'eau distillée et le met un bain marie de température constante et on lui ajoute le volume $V(E) = 15 \text{ mL}$ du composé E, et on obtient un mélange de volume $V = 50 \text{ mL}$.

1- Déterminer le groupe caractéristique du composé E.

2- Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydrolyse du composé E en utilisant les formules semi développées.

3- On suit l'évolution de l'avancement $x(t)$ de la réaction en fonction du temps et on obtient la courbe suivante.



3-1- La vitesse volumique de la réaction est exprimée par $v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx(t)}{dt}$, avec V le volume total du mélange,

calculer en $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ la valeur de la vitesse à l'instant $t = 20 \text{ min}$. La droite T représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t = 20 \text{ min}$.

3-2- Déterminer graphiquement l'avancement final x_f et le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

4- Dresser le tableau d'avancement du système chimique et déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

5- Déterminer la constante d'équilibre K associée à l'hydrolyse du composé E.

EXERCICE 2

L'acide butanoïque $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ est utilisé pour préparer des produits cosmétiques et des arômes alimentaires...

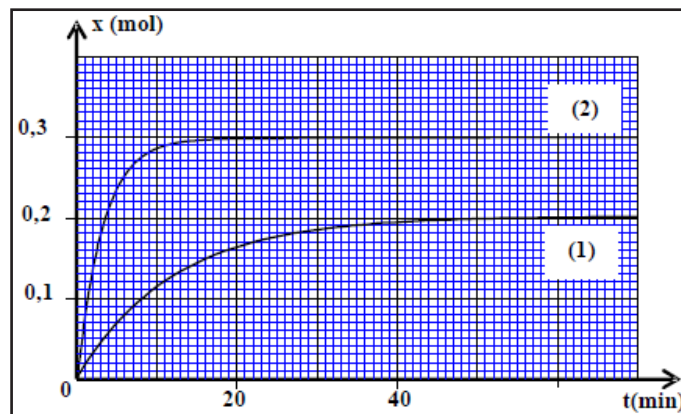
On se propose dans cette partie, d'étudier la réaction entre l'acide butanoïque et l'eau et de comparer les actions de cet acide et de l'anhydride butanoïque sur l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Pour comparer la réaction de l'acide butanoïque et la réaction de son anhydride sur l'éthanol, on réalise séparément deux expériences à la même température.

- La première expérience: On introduit dans un ballon la quantité $n_0 = 0,3 \text{ mol}$ d'éthanol, la même quantité n_0 d'acide butanoïque et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré; puis on chauffe à reflux le mélange. Une réaction d'estérification se produit.

- La deuxième expérience: On introduit dans un autre ballon la quantité $n_0 = 0,3 \text{ mol}$ d'anhydride butanoïque et la même quantité n_0 d'éthanol, puis on chauffe à reflux le mélange. Une réaction chimique se produit.

Les courbes (1) et (2) de la figure ci-dessous représentent respectivement, l'évolution temporelle de l'avancement de la réaction lors de la première et de la deuxième expérience.



1- Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?

2- Déterminer pour chaque expérience, la valeur du temps de demi-réaction $1/2 t$. En déduire la réaction la plus rapide.

3- Déterminer pour chaque expérience, le taux d'avancement final de la réaction. En déduire laquelle des deux réactions chimiques est totale.

4- En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit lors de la deuxième expérience.

EXERCICE 3

2- Étude de la réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol

La réaction entre l'acide butanoïque avec le méthanol produit un composé organique E et l'eau. On modélise cette réaction par



2-1- Citer le nom du groupe auquel appartient le composé E, et donner son nom.

2-2- On verse dans un ballon qui plongé dans de l'eau glacée, $n_1 = 0,1$ mol d'acide butanoïque et $n_2 = 0,1$ mol de méthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentrée et quelques gouttes de phénolphtaleine, et on obtient un mélange de volume $V = 100$ mL. Donner l'intérêt de l'utilisation de l'eau glacée et le rôle que joue l'acide sulfurique dans cette réaction.

3-2- Pour suivre l'évolution de cette réaction, on verse dans 10 tubes le même volume du mélange et on ferme bien les tubes, et le met dans un bain marie de température constante (100°C) et on déclenche le chronomètre à l'instant $t = 0$.

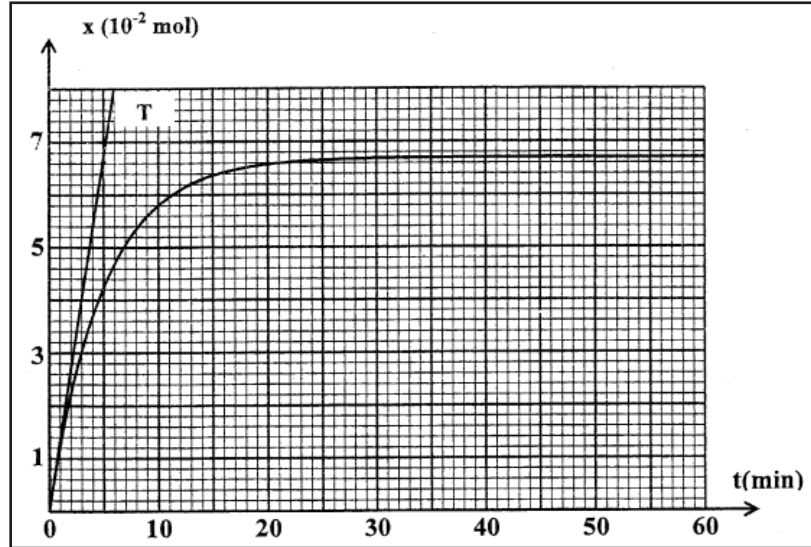
Pour déterminer l'avancement de la réaction en fonction du temps, on sort les tubes du bain marie l'un après l'autre et on les met dans de l'eau glacée, et on dose l'acide restant dans chaque tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{HO}^-_{\text{aq}}$) de concentration $C = 1$ mol.L⁻¹.

L'équation modélisant la réaction du dosage s'écrit sous la forme suivante: $\text{AH}_{\text{aq}} + \text{HO}^-_{\text{aq}} \longrightarrow \text{A}^-_{\text{aq}} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{liq})}$

Montrer que l'avancement x de la réaction de l'estérification peut s'écrire sous la forme: $x(\text{mol}) = 0,1 - (10.C.V_{\text{BE}})$; avec V_{BE} le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence dans chaque tube.

4-2- Les résultats de l'étude expérimentale ont permis de tracer le graphe représentant les variations de l'avancement x de la réaction d'estérification en fonction du temps.

La droite T est la tangente à la courbe à $t = 0$.



En vous basant sur le graphe déterminer :

2-4-1- Déterminer la vitesse volumique de la réaction aux instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 50$ min.

2-4-2- Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

2-4-3- Le quotient de la réaction à l'équilibre $Q_{r,\text{eq}}$.

EXERCICE 4

Deuxième partie : Réaction d'estérification

Pour synthétiser l'éthanoate d'éthyle, un technicien de laboratoire a préparé une série de tubes à essai contenant chacun un volume $V = 34,5$ mL d'éthanol pur et $0,6$ mol de l'acide éthanoïque. Après avoir scellé ces tubes, il les a placés simultanément dans un bain-marie régulé à 100°C . Pour suivre l'évolution du système chimique aux divers instants t , le technicien sort un tube du bain-marie et le place dans de l'eau glacée, puis il dose la quantité d'acide restante dans ce tube par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration connue. La courbe de la figure ci-dessous représente l'évolution de la quantité de matière n de l'acide éthanoïque restante dans le tube en fonction du temps.

Données :

- La masse molaire de l'éthanol: $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46$ g.mol⁻¹ ;

- La masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,8$ g.cm⁻³.

1- Quel est l'objectif de l'utilisation de l'eau glacée avant la réalisation du dosage ?

2- La figure ci-dessous représente le montage expérimental utilisé pour effectuer un dosage acide-base. Nommer les éléments numérotés sur cette figure.

3- Montrer que le mélange réactionnel dans chaque tube est équimolaire à l'état initial.

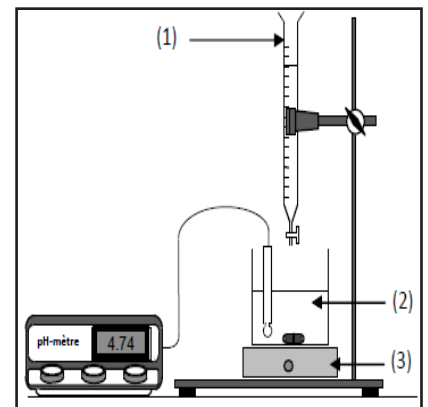
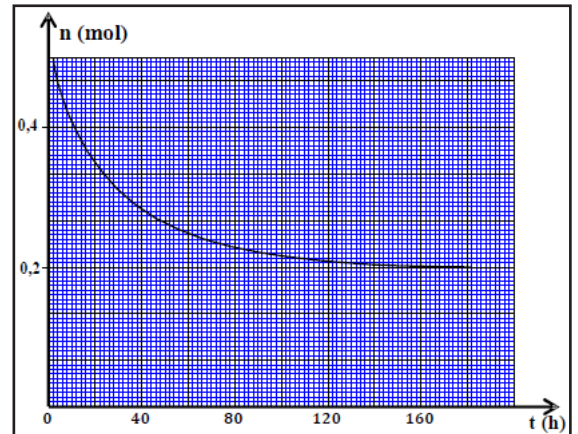
4- Écrire, en utilisant les formules semi développées, l'équation de la réaction produite dans chaque tube.

5- Déterminer, à l'équilibre, la composition du mélange réactionnel dans chaque tube.

6- Montrer que la valeur de la constante d'équilibre est $K = 4$.

7- Le technicien a réalisé de nouveau la même expérience à la même température, en mélangeant cette fois dans chaque tube $0,4$ mol d'éthanol et $0,1$ mol d'acide éthanoïque.

Trouver, dans ce cas, le rendement r de la réaction.



EXERCICE 5

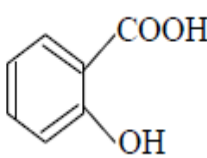
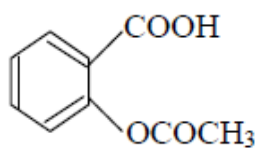
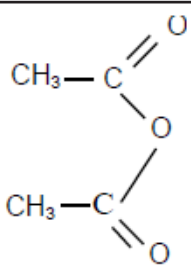
L'aspirine ou acide acétylsalicylique est parmi les médicaments les plus utilisés dans le monde ; il est un calmant des douleurs et un anti fièvre ...

On propose à travers cet exercice, l'étude de la synthèse de l'aspirine et sa réaction avec l'eau.

Données :

- Toutes les mesures ont été prises à 25°C.

- Le tableau suivant donne les valeurs des corps ayant réagi et des produits et quelques valeurs qui les caractérisent :

nom	acide salicylique	acide acétylsalicylique	acide éthanique	anhydride éthanique
formule brute	C ₇ H ₆ O ₃	C ₉ H ₈ O ₄	C ₂ H ₄ O ₂	C ₄ H ₆ O ₃
formule semi-développée			CH ₃ COOH	
masse molaire (g.mol ⁻¹)	138	180	60	102
masse volumique (g.ml ⁻¹)				1,08

- On représente l'acide acétylsalicylique par le symbole AH et sa base conjuguée par A⁻.

- La constante d'acidité du couple (AH/A⁻) : pK_A = 3,5.

- La constante d'équilibre de la réaction de l'éthanoïque et l'acide salicylique : K = 7.10⁻³.

1- Synthèse de l'aspirine :

Pour réaliser la synthèse de l'aspirine ou acide acétylsalicylique AH, deux groupes d'élèves ont réalisé deux expériences différentes :

1-1- Première expérience :

La synthèse de l'aspirine AH a été réalisée par la réaction de l'acide éthanique avec le groupe caractéristique OH de l'acide salicylique qu'on représente par le symbole ROH.

Le premier groupe a réalisé le chauffage à reflux d'un mélange de volume V constant, constitué de la quantité de matière n₁ = 0,2 mol d'acide éthanique et la quantité de matière n₂ = 0,2 mol d'acide salicylique, en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

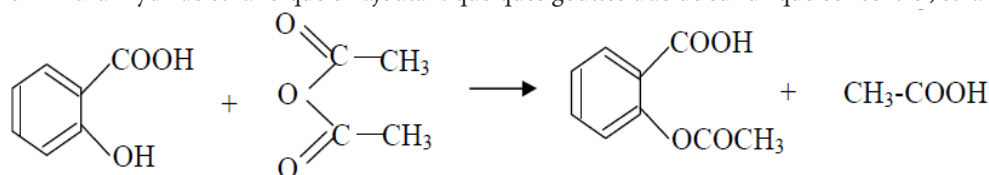
1-1-1- En employant les formules semi-développées, écrire l'équation chimique modélisant cette réaction, et donner son nom.

1-1-2- En vous basant sur le tableau d'avancement, établir la relation : $K = \left(\frac{x_{eq}}{0,2 - x_{eq}} \right)^2$; avec x_{eq} l'avancement à l'équilibre.

1-1-3- Déterminer le rendement r₁ de cette réaction.

1-2- Deuxième expérience :

Pour préparer la masse m(AH) = 15,3 g d'aspirine, le deuxième groupe a réalisé un mélange constitué de m₁ = 13,8 g d'acide salicylique et le volume v = 19 mL d'anhydride éthanique en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, et la réaction suivante a lieu :



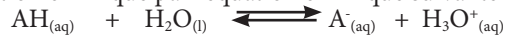
Déterminer le rendement r₂ de cette réaction en vous basant sur le tableau d'avancement.

1-3- Déterminer l'expérience la plus adéquate à la synthèse commerciale de l'aspirine, justifier votre réponse.

2- Étude de la réaction de l'aspirine et l'eau :

On dissout la masse m' d'aspirine AH dans l'eau pure pour préparer une solution aqueuse (S) de concentration C et de volume V = 443 mL de pH = 2,9.

On modélise la transformation chimique par l'équation chimique suivante :



2-1- Montrer que l'expression du taux d'avancement final τ est : $\tau = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$.

2-2- En déduire la concentration C et calculer la masse m'.

2-3- Déterminer l'espèce prédominante du couple (AH/A⁻) dans l'estomac d'une personne qui a pris un comprimé d'aspirine n sachant que la valeur du pH d'un échantillon du suc gastrique est pH = 2.

3- Étude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'éthanol

Données :

- Les mesures sont prises à 25°C.

- La masse molaire de l'acide benzoïque : M(C₆H₅COOH) = 122 g.mol⁻¹.

- La masse molaire de l'éthanol : M(C₂H₅OH) = 46 g.mol⁻¹.

- La masse volumique de l'éthanol pur : ρ = 0,78 g.mL⁻¹.

- La masse molaire du benzoate d'éthyl : M(C₆H₅COOC₂H₅) = 150 g.mol⁻¹.

Le benzoate d'éthyle est caractérisé par l'arôme de la cerise, pour cela, il est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour donner cet arôme à quelques produits alimentaires.

Pour préparer le benzoate d'éthyle au laboratoire, on mélange dans un ballon la masse $m_{ac} = 2,44$ g d'acide benzoïque avec le volume $m_{al} = 10$ mL d'éthanol pur et on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré qui joue le rôle de catalyseur et on chauffe au reflux le mélange réactionnel à une température constante.

2-1- Quel est le rôle du catalyseur dans cette réaction ?

2-2- Écrire l'équation chimique modélisant la transformation ayant lieu entre l'acide benzoïque et l'éthanol en utilisant les formules semi-développées.

2-3- A la fin de la réaction, il s'est formé la masse $m_c = 2,25$ g de benzoate d'éthyle. Déterminer la valeur r du rendement de la réaction.

2-4- Pour augmenter le rendement de la synthèse du benzoate d'éthyle, on remplace l'acide benzoïque par un autre réactif. Donner le nom de ce réactif et sa formule semi-développée.

EXERCICE 6

Partie II: Étude des réactions de l'éthanoate d'éthyle

1. Étude de la réaction de l'éthanoate d'éthyle avec l'eau

On mélange dans un ballon 1 mol d'éthanoate d'éthyle pur avec 1 mol d'eau distillée, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et on chauffe à reflux le mélange réactionnel pendant un certain temps. Une réaction chimique se produit.

A l'équilibre, il reste 0,67 mol d'éthanoate d'éthyle.

1.1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ajouté ?

1.2. Citer deux caractéristiques de cette réaction.

1.3. Écrire l'équation de la réaction chimique étudiée en utilisant les formules semi-développées.

1.4. Calculer la constante d'équilibre K associée à l'équation de cette réaction chimique.

2. Étude de la réaction de l'éthanoate d'éthyle avec l'hydroxyde de sodium

On introduit, à la date $t = 0$, la quantité de matière n_0 de l'éthanoate d'éthyle dans un bécher contenant la même quantité de matière n_0 d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ de concentration $c_0 = 10 \text{ mol.m}^{-3}$ et de volume V_0 .

On considère que le mélange réactionnel obtenu a un volume

$V \approx V_0 = 10^{-4} \text{ m}^3$.

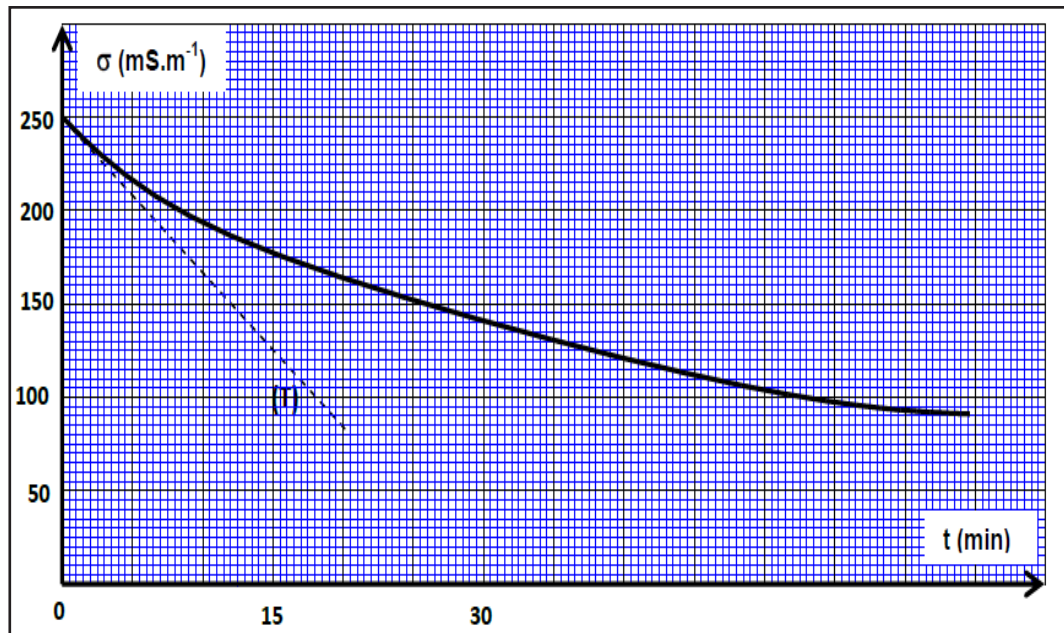
L'équation associée à la réaction chimique s'écrit : $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2(l) + \text{HO}^-_{(aq)} \longrightarrow \text{A}^-_{(aq)} + \text{B}_{(aq)}$

2.1. Écrire la formule semi-développée de l'espèce chimique A^- et donner son nom.

2.2. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.

2.3. On suit l'évolution de la réaction en mesurant la conductivité σ du mélange réactionnel à des instants différents.

Le graphe ci-dessous représente $\sigma(t)$ ainsi que la tangente (T) à l'origine.



À chaque instant t , l'avancement $x(t)$ peut être calculé par l'expression : $x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3}$; avec $\sigma(t)$ la conductivité du mélange réactionnel exprimée en S.m^{-1} et $x(t)$ en mol. En exploitant la courbe expérimentale :

2.3.1. Calculer $\sigma_{1/2}$, la conductivité du mélange réactionnel quand $\max x = x_{\max}/2$; x_{\max} étant l'avancement maximal de réaction.

2.3.2. Trouver, en minutes, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

2.3.3. Déterminer, en $\text{mol.m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$, la vitesse volumique v de la réaction à la date $t=0$.

EXERCICE 7

L'oléine est un corps gras constituant majoritaire de l'huile d'olive, c'est un triglycéride qui peut être obtenu par la réaction du glycérol avec l'acide oléique.

Pour préparer le savon, on chauffe à reflux, une fiole contenant une masse $m = 10,0$ g d'huile

d'olive (oléine) et un volume $V = 20$ mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration

$C = 7,5 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V' = 10$ mL de l'éthanol et des pierres ponce. On chauffe le mélange

réactionnel pendant 30min puis on le verse dans une solution saturée de chlorure de sodium .Après agitation et refroidissement du mélange , on sèche le solide obtenu et on mesure sa masse , on trouve alors $m' = 8,0g$.

Données : glycérol : $CH_2OH - CHOH - CH_2OH$; Acide oléique : $C_{17}H_{33} - COOH$

Masses molaires en $g.mol^{-1}$:

Composé	oléine	savon
Masse molaire en $g.mol^{-1}$	$M(O)=884$	$M(S)=304$

- 1- Expliquer pourquoi on verse le mélange réactionnel dans une solution saturée de chlorure de sodium.
- 2- Ecrire l'équation de la réaction du glycérol avec l'acide oléique .Préciser la formule semi-développée de l'oléine .
- 3- Ecrire l'équation de la réaction de saponification et déterminer la formule chimique du savon en précisant la partie hydrophile de ce produit.
- 4- On suppose que l'huile d'olive n' est constitué que d'oléine. Montrer que l'expression du rendement de la réaction du saponification s'écrit sous la forme $r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(O)}{M(S)}$.Calculer r .

Partie II : Préparation d'un ester

Les esters sont des substances organiques, caractérisés par des arômes spécifiques. Ils sont utilisés dans l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique... Ils peuvent être extraits de certaines substances naturelles comme ils peuvent être synthétisés aux laboratoires.

On étudie dans cette partie la réaction de l'acide méthanoïque avec le propan -1-ol (C_3H_7OH) .

On donne la masse molaire : $M(HCOOH) = 46 g.mol^{-1}$.

En chauffant, à reflux, à une température constante, un mélange (S) contenant $n_1 = 0,2 mol$ d'acide méthanoïque et $n_2 = 0,2 mol$ de propan-1-ol , on obtient un composé organique et de l'eau. On choisit l'instant du début de la réaction comme origine des dates ($t=0$).

1- Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes :

Au cours d'une réaction d'estérification :

- a-** la quantité de matière de l'ester formé diminue en éliminant l'eau.
- b-** le temps de demi-réaction diminue si on utilise un catalyseur.
- c-** le quotient de réaction diminue .
- d-** la vitesse volumique de la réaction augmente au cours de l'évolution temporelle du système.

2-Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique modélisant la réaction qui a lieu. Donner le nom du composé organique formé.

3-A un instant de date t_1 , la masse de l'acide restant est $m=6,9g$.

Sachant que le rendement de cette réaction est $r=67\%$, montrer que l'état d'équilibre n'est pas encore atteint à cet instant .