



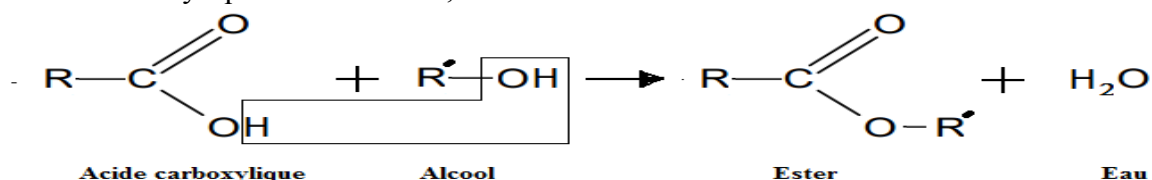
I- Réactions d'estérification et d'hydrolyse d'un ester

Les esters sont des composés odorants, que l'on trouve en abondance dans les fruits mûrs (ananas, poire, banane...) et qui entrent souvent dans la composition des huiles essentielles, comme celle de la lavande. Ils sont utilisés dans la fabrication des parfums ou comme aromatisants dans l'industrie alimentaire.

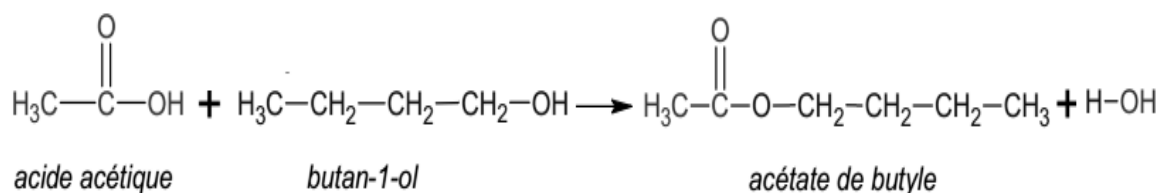
1- La réaction d'estérification

1-1- Equation de la réaction

La réaction d'estérification modélise la transformation spontanée conduisant à un ester et à de l'eau à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool, soit :



Exemple



1-2- Propriétés de la réaction d'estérification

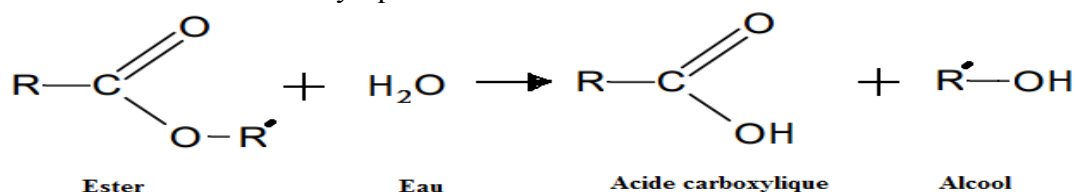
La réaction d'estérification est:

- limitée (il est impossible d'atteindre l'avancement maximal). $x_f < x_{\max}$.
- très lente
- athermique.

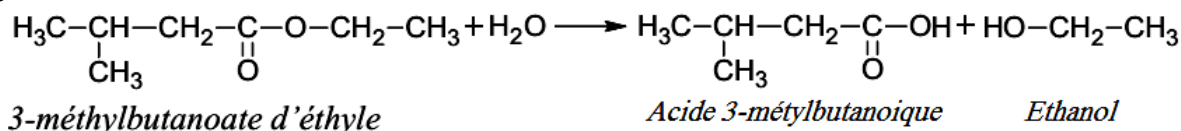
2- La réaction d'hydrolyse

2-1- Equation de la réaction

L'hydrolyse d'un ester est la réaction inverse de l'estérification. La réaction entre un ester et l'eau conduit à la formation d'un acide carboxylique et d'un alcool



Exemple



2-2- Propriétés de la réaction d'hydrolyse

La réaction d'hydrolyse est:

- limitée (il est impossible d'atteindre l'avancement maximal). $x_f < x_{\max}$.
- très lente
- athermique.

3 - L'équilibre d'estérification et d'hydrolyse

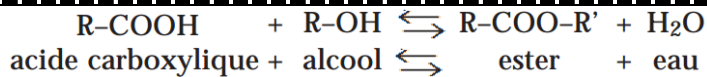
3-1- Etat d'équilibre chimique

Les réactions d'estérification et d'hydrolyse sont l'inverse l'une de l'autre, elles se produisent simultanément, lorsque leurs vitesses sont égales l'équilibre est atteint. Dans l'état d'équilibre l'acide, l'alcool, l'ester et l'eau coexistent.

On peut exprimer les constantes de réactions associées à ces deux réactions inverses.

Considérons un système chimique de volume V à l'équilibre contenant l'acide, l'alcool, l'ester et l'eau.

⚠ Dans le cas de l'estérification, l'eau n'est pas un solvant !, il faut impérativement la faire apparaître dans l'expression de la constante d'équilibre.



Pour l'estérification on a :

$$K = Q_{r,eq} = \frac{[\text{ester}]_{eq} \cdot [\text{eau}]_{eq}}{[\text{acide}]_{eq} \cdot [\text{alcool}]_{eq}} = \frac{n(\text{ester})_{eq} \cdot n(\text{eau})_{eq}}{n(\text{acide})_{eq} \cdot n(\text{alcool})_{eq}}$$

Pour l'hydrolyse on a :

$$K' = 1/K = \frac{[\text{acide}]_{eq} \cdot [\text{alcool}]_{eq}}{[\text{ester}]_{eq} \cdot [\text{eau}]_{eq}} = \frac{n(\text{acide})_{eq} \cdot n(\text{alcool})_{eq}}{n(\text{ester})_{eq} \cdot n(\text{eau})_{eq}}$$

3-2- Rendement d'une transformation chimique.

Le rendement ρ d'une transformation chimique est le rapport entre la quantité de matière de produit récupérée après réaction, n_{exp} , sur la quantité théorique, n_{max} , de produit formé si la transformation chimique était totale.

Le rendement de l'estérification est le quotient de la quantité finale d'ester obtenu au cours de la synthèse par la quantité maximale d'ester attendu :

$$\rho = \frac{n_f(\text{ester})}{n_{\text{max}}(\text{ester})}$$

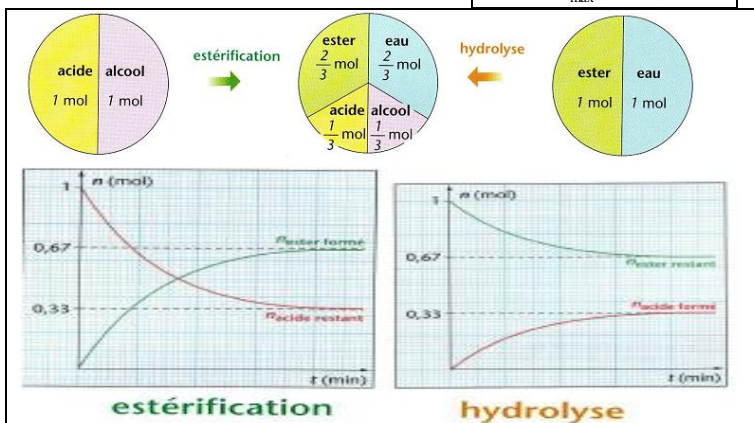
on l'exprime aussi en pourcentage,
$$\rho(\%) = \frac{n_f(\text{ester})}{n_{\text{max}}(\text{ester})} \cdot 100\%$$

Remarque

si l'on part d'un mélange équimolaire d'acide et d'alcool ou d'ester et d'eau

Le rendement de l'estérification dépend peu du choix de l'acide. En revanche il dépend nettement de la classe de l'alcool

- 67 % pour un alcool primaire,
- 60 % pour un alcool secondaire,
- 5 % pour un alcool tertiaire).



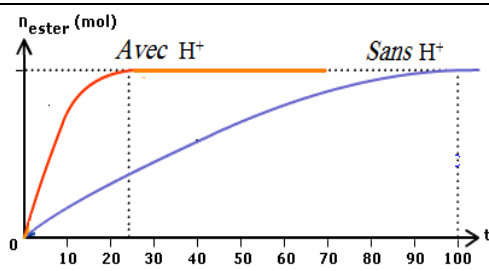
II- Contrôle de l'état final, déplacement d'équilibre

1- Contrôle de la vitesse de réaction

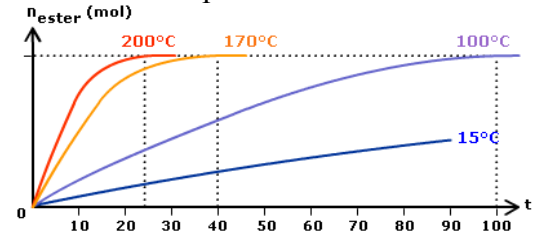
Les réactions d'estérification et d'hydrolyse sont lentes. Il est possible d'agir sur la cinétique de ces réactions afin d'accroître leur vitesse de réaction.

Pour augmenter la vitesse de réaction d'une estérification ou d'une hydrolyse, il est possible :

d'utiliser un catalyseur, qui augmente la vitesse de réaction sans modifier l'état final (il n'apparaît donc pas dans l'équation de réaction)



d'élever la température:



2- Contrôle de l'état final

Déplacer l'équilibre c'est faire évoluer le mélange vers un nouvel état d'équilibre où les proportions des constituants sont différentes.

On considère le système à l'équilibre $Q_r = K$:

- Un ajout de réactif modifie la valeur de Q_r , Q_r diminue, le système n'est plus à l'équilibre, il évolue dans le sens direct.

L'élimination d'un produit modifie la valeur de Q_r , Q_r diminue, le système n'est plus à l'équilibre, il évolue dans le sens direct.

Pour modifier le rendement il faut utiliser le critère d'évolution spontané du système chimique. Il existe trois cas possible pour un système chimique défini :

- Utiliser un réactif en excès dans l'état initial (le moins cher) ou lorsque l'état d'équilibre est atteint.
- Eliminer l'un des produits au fur et à mesure de sa formation. En pratique, l'élimination de l'ester se fait par distillation fractionnée, l'élimination d'eau se fait grâce à un montage dit de Dean-Stark

