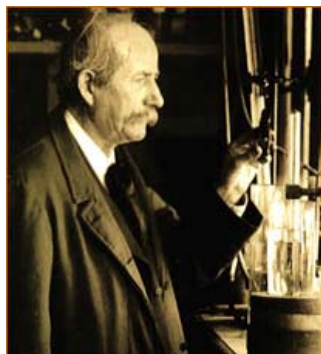


HISTORIQUE DE LA RÉACTION D'ESTÉRIFICATION



Marcellin Berthelot (1827-1907) et son élève **Péan de Saint-Gilles** (1832-1863) étudièrent, l'estérification de certains acides et alcools, en particulier celle de l'acide éthanoïque et de l'éthanol.

Le texte qui suit est un extrait du mémoire de Berthelot et Péan de Saint-Gilles, publié en 1862 sous le titre *Recherche sur les affinités*.

« ...Les esters sont formés par l'union des acides et des alcools ; ils peuvent reproduire en se décomposant les acides et les alcools. [...] En général, les expériences consistent, soit à faire agir sur un alcool pur un acide pur, les proportions de l'alcool et de l'acide étant déterminées par des pesées précises, soit à faire agir sur un ester de l'eau. Dans tous les cas de ce genre, le produit final se compose de quatre corps à savoir : l'ester, l'alcool libre, l'acide libre, l'eau. Mais ces quatre corps sont dans des proportions telles qu'il suffit de déterminer exactement la masse d'un seul d'entre eux, à un moment quelconque des expériences, pour en déduire toutes les autres, pourvu que l'on connaisse les masses des matières primitivement mélangées. [...]

Ceci posé, entre les quatre éléments suivants : ester, alcool, acide, eau, le choix ne saurait être douteux, c'est évidemment l'acide qu'il faut déterminer. [...] On transvase le produit final dans un vase à fond plat, [...] on ajoute quelques gouttes de teinture de tournesol, et l'on verse de l'eau de baryte avec une burette graduée jusqu'à ce que la teinte rose ou violacée du tournesol ait viré au bleu franc. [...]

Mais dans les conditions ordinaires, l'eau intervenant, l'estérification s'arrête à une certaine limite. La limite de la réaction est fixée par des conditions déterminées : elle est à peu près indépendante de la température et de la pression. [...]

Si on élimine l'eau, la réaction d'un acide sur un alcool peut atteindre un rendement de 100 %... »

Tableau des résultats de Berthelot : acide éthanoïque et éthanol en mélange équimolaire et à la température ambiante.

<i>Durée de l'expérience</i>	<i>Pourcentage de l'acide initial estérifié</i>
15 jours (mai 1861)	10,0
22 jours	14,0
70 jours (juillet)	37,3
72 jours	38,3
128 jours (septembre)	46,8
154 jours (octobre)	48,1
277 jours (janvier 1862)	53,7
368 jours (juin)	55,0

Remarques :

- Le mélange initial équimolaire correspond à la stœchiométrie de l'équation chimique associée à la réaction proposée par Berthelot entre un acide et un alcool.
- L'eau de baryte est une solution aqueuse d'hydroxyde de baryum ; $Ba_{(aq)}^{2+} + 2HO_{(aq)}^-$
- La teinture de tournesol est un indicateur coloré.

Questions

1. Dans la première phrase du texte, on peut lire « *les esters sont formés par l'union des acides et des alcools* ». Reformuler et actualiser cette phrase.
Ecrire une équation de réaction traduisant cette phrase.
2. Dans le deuxième paragraphe on lit : « *Ceci posé, entre les quatre éléments suivants : ester, alcool, acide, eau ...* ». L'emploi du mot élément est-il pertinent dans ce contexte ?
Proposer un autre terme dans le cas contraire.
3. Berthelot indique que « *les esters peuvent reproduire en se décomposant les acides et les alcools* ». Quel nom est donnée à la réaction ainsi évoquée ?
4. Quelles phrases du texte montrent que les transformations chimiques faisant intervenir un acide et un alcool ne sont pas totales ? Que représente pour Berthelot le « *produit final* » ?
5. Proposer une expression pour reformuler les termes « *pourcentage de l'acide initial estérifié* » figurant dans le tableau des résultats.
6. Quelle conclusion peut-on déduire du tableau sur la cinétique de la transformation ?
7. Tracer l'évolution du « *pourcentage de l'acide initial estérifié* » en fonction du temps.
8. En notant n_0 la quantité de matière d'acide éthanóique initiale, dresser un tableau descriptif de l'évolution du système chimique et montrer que l'on retrouve l'affirmation de la phrase : « *Mais ces quatre corps sont dans des proportions telles qu'il suffit de déterminer exactement la masse d'un seul d'entre eux, à un moment quelconque des expériences, pour en déduire toutes les autres, pourvu que l'on connaisse les masses des matières primitivement mélangées* ».
9. Citer l'extrait du texte qui décrit le protocole permettant de déterminer la quantité d'acide restant.
10. Expliquer comment, Marcellin Berthelot accède par le calcul, à la quantité d'acide initial estérifié ?
11. Expliquer la dernière phrase du texte.
12. Quelle autre méthode permet d'obtenir un rendement se rapprochant de 100 % ?