

TP CHIMIE TS (PARTIE 1 ET 2) : TRANSFORMATION CHIMIQUE ENTRE LES ACIDES ET LES ALCOOLS

OBJECTIFS DU TP :

- Pour des mélanges équimolaires de réactifs : réaliser les transformations suivantes:
 - acide éthanoïque (acide acétique) + éthanol (réaction d'estérification);
 - éthanoate d'éthyle (acétate d'éthyle) + eau (réaction d'hydrolyse).
- Déterminer la composition des mélanges réactionnels à l'équilibre et d'hydrolyse par dosage de l'acide restant avec une solution titrée d'hydroxyde de sodium (soude).

COMPETENCES MISES EN JEU :

- Comprendre une expérience historique et adapter le protocole expérimental afin de vérifier quantitativement les résultats
- Concevoir un protocole

TEMPS DISPONIBLE : DUREE DU TP

- 1 séance de 2 H classe entière pour la partie 1
- 1 séance de TP de 2 heures en ½ groupes pour la partie 2

DOCUMENTS A DISPOSITION

- Enonce du TP
- tableau des principaux indicateurs colorés de pH
- Fiches sécurité ou indications de sécurité

DEROULEMENT DE LA SEANCE

- partie 1 : en classe entière lors du chapitre sur la transformation entre les acides carboxyliques et les alcools pour la partie analyse et conception complète du protocole.

-Partie 2 : Groupe de 18 étudiants -9 paillasse – salle de travaux pratiques (laboratoires) – les manipulations se font en groupe de 4 élèves : 1 groupe de 2 étudiants s'occupent de l'estérification, l'autre groupe de l'hydrolyse.

Partie 1 : ENONCE



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.

www.senat.fr/evenement/archives/D21/Labo.jpg

« ...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 sur 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 %... »

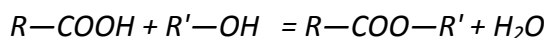
**Tableau des résultats de Berthelot : acide
éthanoïque et éthanol en mélange équimolaire et
à la température ambiante.**

Durée de l'expérience	Pourcentage de l'acide initial estérifié
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

Informations complémentaires :

- 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 de pH...
- L'estérification est la transformation chimique qui permet d'obtenir un ester.
On peut, pour cela faire réagir un acide carboxylique $R-COOH$ avec un alcool $R'-OH$.

Cette réaction conduit à un ester $R-COO-R'$ et de l'eau suivant l'équation:



Séance 1 classe entière : 2 heures

Nous possédons au laboratoire de l'acide éthanoïque, de l'éthanol, et des esters comme l'éthanoate d'éthyle (ou acétate d'éthyle).

Compréhension du texte

A la lecture de certaines parties de ce texte et des résultats :

- Qu'est ce Berthelot a mis en évidence concernant certaines transformations ?
- Quelles sont les deux étapes essentielles énoncées par Berthelot qui lui a permis d'aboutir aux résultats ?
- Berthelot indique que « les esters peuvent reproduire en se décomposant les acides et les alcools ». Quel nom pourriez-vous donner à la réaction inverse ainsi évoquée ?

Vers une adaptation du protocole :

- est-il possible dans le temps d'un TP de 2 heures de réaliser une analyse quantitative telle que Berthelot l'a effectuée ?
- Que pourriez-vous proposer pour augmenter la vitesse de cette transformation ?
- Quel est le montage utilisé, auquel Berthelot ne fait pas référence, utilisé pour réaliser des synthèses chimiques en laboratoire?

Défi :

Quel protocole expérimental pourriez vous proposer afin d'étudier quantitativement les transformations dont fait référence Berthelot ?

Cadre à respecter

- Comme Berthelot, vous utiliserez des mélanges équimolaire (**1mol**) de chaque produit chimique utilisé.
- Il faudra ajouter dans le réacteur quelques mL d'acide sulfurique concentré dont il faudra tenir compte pour la suite.
- La teinture de tournesol est un indicateur coloré de pH équivalent à la phénolphtaléine.
- Nous pourrions utiliser une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)}, \text{HO}^-_{(aq)}$) à 1 mol.L^{-1} à la place de l'eau de baryte.

Données physico-chimiques

Produits chimiques	Acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{-COOH}$	Ethanol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$	Ethanoate d'éthyle $\text{CH}_3\text{-COOCH}_2\text{-CH}_3$	Eau H_2O
ρ en g/mL	1,05	0,79	0,90	1,0
M en g/mol	60	46	88	18

Feuille de recherche

- **En groupe de 4 étudiants :**
 - o précisez vos hypothèses et protocoles en indiquant :
 - votre objectif et la stratégie mise en œuvre pour l'atteindre.
 - Les règles de sécurité et les précautions à prendre
 - L'aspect quantitatif que vous voulez aborder (rendement ? aspect limité des transformations comme Berthelot l'a montré ?...etc..)

Présentation des hypothèses par groupe (9 x5 min par groupes) et débat

Affinage des protocoles proposés : 20 min

A la relecture texte, des remarques faites précédemment lors de la présentation des hypothèses, comment pourriez-vous maintenant affiner vos protocoles expérimentaux permettant de vérifier certaines affirmations de Berthelot ?

Feuille de recherche

- En groupe de 4 étudiants
- Reprécisez ou confirmez votre objectif et les étapes essentielles pour l'atteindre
 - préparez les différentes étapes de votre protocole

Attendre la validation du professeur

Terminale S, Chimie, collection Durupthy, Hachette éducation, 2002
Tableau des principaux indicateurs colorés

principaux indicateurs colorés	teinte acide	zone de virage	teinte basique
vert de malachite (1 ^{er} vir.)	jaune	0,1 – 2,0	vert
jaune d'alizarine R (1 ^{er} vir.)	rouge	1,9 – 3,3	jaune
hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
bleu de bromophénol	jaune	3,0 – 4,6	bleu-violet
rouge d'alizarine S (1 ^{er} vir.)	jaune	3,7 – 5,2	violet
vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
rouge de méthyle	rouge	4,2 – 6,2	jaune
bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
rouge de crésol	jaune	7,2 – 8,8	rouge
phénoiphtaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose
rouge d'alizarine S (2 ^e vir.)	violet	10,0 – 12,0	jaune
jaune d'alizarine R (2 ^e vir.)	jaune	10,1 – 12,1	violet
vert de malachite (2 ^e vir.)	vert	11,5 – 13,2	incolore
carmin d'indigo (2 ^e vir.)	bleu	11,6 – 14,0	jaune

éthanol

CH₃CH₂OH



Phrases Risques

- R11** Facilement inflammable.
- R20** Nocif par inhalation.
- R21** Nocif par contact avec la peau.
- R22** Nocif en cas d'ingestion.
- R36** Irritant pour les yeux.
- R37** Irritant pour les voies respiratoires.
- R38** Irritant pour la peau.

Phases Sécurité

- S7** Conserver le récipient bien fermé.
- S16** Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
- S24** Eviter le contact avec la peau.
- S25** Eviter le contact avec les yeux.
- S36** Porter un vêtement de protection approprié.
- S37** Porter des gants appropriés.
- S39** Porter un appareil de protection des yeux / du visage.

acide éthanoïque (acétique)

CH₃COOH



Phrases Risques

- R35** Provoque de graves brûlures.
- R36** Irritant pour les yeux.
- R38** Irritant pour la peau.

Phrases Sécurité

- S23** Ne pas respirer les gaz / vapeurs / fumées / aérosols (termes appropriés à indiquer par le fabricant).
- S26** En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
- S45** En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

acide sulfurique

H₂SO₄



Phases Risques

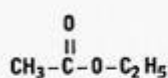
- R14** Réagit violemment au contact de l'eau.
- R35** Provoque de graves brûlures.
- R37** Irritant pour les voies respiratoires.

Phases Sécurité

- S26** En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
- S30** Ne jamais verser de l'eau dans ce produit.
- S45** En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

Acétate d'éthyle

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS



Nombres CAS
N° 141-78-6

Número CE (EINECS)
N° 205-500-4

Número INDEX
N° 601-029-00-5

F - Facilement inflammable

Xn - Irritant

ACÉTATE D'ÉTHYLE

R11 Facilement inflammable.
 R36 Irritant pour les yeux.
 R66 L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.
 R67 L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.
 S16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
 S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
 S33 Éviter l'accumulation de charges électrostatiques.

205-500-4 - Étiquetage CE.

Caractéristiques

Utilisations

L'acétate d'éthyle est un solvant utilisé dans de nombreuses applications, notamment :

- solvant de la nitrocellulose,
- préparation de vernis, laques, encres et diluants,
- fabrication de poudre sans fumée, de cuirs artificiels, de films photographiques,
- industrie des armes et des parfums,
- synthèse organique.

Propriétés physiques [1 à 4]

L'acétate d'éthyle est un liquide incolore et volatil, d'odeur agréable fruitée, perceptible à l'odorat à des concentrations de l'ordre de 3,9 ppm. Il est modérément soluble dans l'eau (8,7 g/100 g d'eau à 20 °C) ; son hydro-solubilité diminue lorsque la température augmente. L'eau et l'acétate d'éthyle forment un azéotrope qui bout à 70,4 °C et contient 8,5 % en poids d'eau.

L'acétate d'éthyle est miscible à de nombreux solvants organiques (éthanol, acétone, oxyde de diéthane...), il forme avec l'éthanol un azéotrope qui bout à 71,8 °C et contient 30,8 % en poids d'alcool.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 88,12
 Point de fusion : -83 °C
 Point d'ébullition : 77 °C à la pression atmosphérique
 Densité (D₄²⁰) : 0,902
 Densité de vapeur (air = 1) : 3,04
 Tensions de vapeur : 5,6 kPa à 10 °C
 15,5 kPa à 30 °C
 37,3 kPa à 50 °C

Indice d'évaporation (oxyde de diéthane = 1) : 2,9
 Points d'éclair :
 - 4,4 °C en coupelle fermée
 - 7,2 °C en coupelle ouverte
 Température d'auto-inflammation : 427 °C
 Limites d'explosivité en volume % dans l'air :
 limite inférieure : 2,0
 limite supérieure : 11,5

Propriétés chimiques [1 à 4]

Dans les conditions normales d'emploi, l'acétate d'éthyle est un produit stable. Toutefois, il s'hydrolyse assez facilement au contact de l'eau, y compris l'humidité atmosphérique, en formant de l'acide acétique et de l'éthanol. Cette réaction est plus rapide à température élevée ou en présence de catalyseurs, en particulier les acides et les bases.

L'acétate d'éthyle peut réagir vivement avec les agents oxydants puissants.

Les métaux usuels sont insensibles à l'action de l'acétate d'éthyle. Toutefois, en présence d'acide acétique libéré par hydrolyse, celui-ci peut provoquer une corrosion de certains métaux, notamment du cuivre. Par ailleurs, certains caoutchoucs et matières plastiques ne sont pas appropriés au contact de l'acétate d'éthyle.

Récipients de stockage

Le stockage de l'acétate d'éthyle peut s'effectuer dans des récipients en acier ou en aluminium.

Le verre est également utilisable pour de petites quantités ; dans ce cas, les bonbonnes seront protégées par une enveloppe métallique plus résistante, convenablement ajustée.

Le cuivre n'est pas recommandé.

(* Mise à jour partielle de l'édition 1997*.)

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux ateliers où est manipulé l'acétate d'éthyle. En outre :

- Instruire le personnel des risques présentés par l'acétate d'éthyle, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.
- Entreposer dans les locaux de travail des quantités relativement faibles de produit et, de toute manière, ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.
- Éviter l'inhalation de vapeurs. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.
- Contrôler fréquemment et régulièrement la teneur de l'atmosphère en acétate d'éthyle.
- Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (par exemple en polychloroprène) [2, 26], des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.
- Interdire l'emploi d'air ou d'oxygène comprimés pour effectuer le transvasement ou la circulation du liquide.

■ Ne pas procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'acétate d'éthyle sans prendre les précautions d'usage [27].

■ Ne pas rejeter les résidus de solvant à l'égout.

■ En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer le produit en l'épongeant avec un matériau absorbant non combustible, puis laver à grande eau la surface ayant été souillée. Si le déversement est important, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection.

■ Conserver les déchets imprégnés de solvant dans des récipients clos, spécialement prévus à cet effet. L'acétate d'éthyle peut être régénéré ou détruit par incinération. Dans tous les cas, traiter les déchets dans les conditions autorisées par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

Séance 2 : 2 heures – TP ½ groupe

Voici un premier exemple de protocole finalisé proposé et remis en forme.

Objectif cherché

Nous voulons prouver que les transformations d'estérification et d'hydrolyse sont non totales donc limitées et nous souhaitons explorer l'aspect quantitatif de cet équilibre chimique.

« Nous travaillons à 4. Un groupe de 2 étudiants va réaliser une réaction d'estérification et doser l'acide restant en fin de transformation. L'autre groupe de 2 étudiants travaille sur la transformation inverse et dose l'acide restant en fin de transformation.

Les calculs à partir des masses volumiques nous a permis d'aboutir aux volumes de réactifs à prélever. (Voir conclusion). Il faudra tenir compte de l'acide sulfurique introduit en tant que catalyseur dans le dosage de l'acide présent dans le mélange réactionnel.

Voici les trois étapes que nous proposons :

1. Préparation du mélange réactionnel noté E : Estérification

- Mélanger 57 mL d'acide éthanoïque pur et 58 mL d'éthanol absolu dans un ballon.

- Y ajouter 2,0 mL d'acide sulfurique concentré

On obtient le mélange réactionnel E' de volume $V_{E'} = 117$ mL.

- On chauffe à reflux pendant 1h15.

On obtient un mélange noté E de volume final V_{EF}

On prélèvera un certain volume de ce mélange (1/20 par exemple pour simplifier à la burette ou à la pipette jaugée) qui sera dosé par une solution de soude à 1 mol.L^{-1} en présence de phénophthaléine. Tenir compte de ce facteur dans le tableau.

2. Préparation du mélange réactionnel noté H: Hydrolyse

- Mélanger 98 mL d'éthanoate d'éthyle et 18 mL d'eau distillée dans un ballon.

- Y ajouter 2,0 mL d'acide sulfurique concentré.

On obtient le mélange réactionnel H' de volume $V_{H'} = 118$ mL.

- On chauffe à reflux pendant 1h15.

On obtient un mélange noté H de volume final V_{HF}

On prélèvera un certain volume de ce mélange (1/20 par exemple pour simplifier à la burette ou à la pipette jaugée) qui sera dosé par une solution de soude à 1 mol.L^{-1} en présence de phénophthaléine. Tenir compte de ce facteur dans le tableau.

3. Dosage des 2 mL d'acide sulfurique utilisés comme catalyseur

Il est important de connaître la quantité précise de catalyseur, celle introduite ici reste constante. Elle est déterminée après calcul à l'aide d'un dosage.

Dans cet ordre, on va introduire environ 60 mL d'eau distillée dans une fiole jaugée de 100,0 mL et lentement 2,0 mL d'acide sulfurique concentré. Le port de la blouse, des gants et des lunettes est obligatoire. Après avoir complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge à 100 mL et homogénéisé, on prélève par exemple 5,0 mL de cette solution, (1/20 en volume par exemple), on effectue le dosage par une solution de soude $C_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence

de BBT par exemple. Un calcul permet de trouver la quantité de matière contenue dans 2 mL de la solution d'acide sulfurique

4-Exploitation : On en déduit la quantité de matière d'acide éthanoïque contenue dans les mélanges E et H en fonction des volumes équivalents (voir conclusion)

On pourra ensuite remplir le tableau suivant (en tenant compte des facteurs précédents) :

Quantité de matière (mol)	acide carboxylique	alcool	ester	eau
mélange E'	1 mol	1 mol	0	0
mélange E				
mélange H'	0	0	1 mol	1 mol
mélange H				

... »

Voici un deuxième exemple de protocole finalisé proposé et remis en forme.

Objectif cherché : calculer le rendement de l'estérification

Protocole :

- 1- Dans un ballon adapté avec bouchon:
 - a. Sous hotte, introduire 10 mL de l'alcool concerné et 30 mL de l'acide concerné.
 - b. Sous hotte, ajouter avec précaution (gants et lunettes) 0.5 mL d'acide sulfurique concentré
 - c. Ajouter quelques grains de pierre ponce
- 2- Construire le montage à reflux en vérifiant bien l'étanchéité des bouchons et le bon réglage du réfrigérant à eau par rapport au ballon. Vérifier la solidité du système.
- 3- Porter à ébullition douce le mélange dans le réacteur pendant 35 minutes au moins.

Séparer l'ester formé

- 4- Introduire dans le réacteur 50 mL d'une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium afin de neutraliser l'acide restant – observer le dégagement de gaz dioxyde de carbone
- 5- Introduire lorsque le dégagement de gaz est moindre 50 mL de solution concentrée de chlorure de sodium afin de bien faire apparaître la phase organique : l'ester
- 6- Versez le tout dans une ampoule à décanter et effectuer les opérations nécessaires à la séparation en veillant à maintenir fermement au creux de la pomme de la main le bouchon de l'ampoule – Dégagez le plus rapidement et souvent possible.
- 7- Reposer l'ampoule sur son socle, débouchez la et laisser décanter.

- 8- Récupérez la phase organique moins dense que la phase aqueuse contenant l'estér et mesurer son volume.

Calculer un rendement

- **Le rendement de l'estérification noté ρ** est le rapport entre la quantité de matière d'estér effectivement obtenue n_{exp} et la quantité de matière d'estér que l'on obtiendrait si la réaction était totale n_{tot} . On part ici avec des mélanges équimolaires de réactifs.

BILAN

- 9- Ce TP existe dans la littérature mais est proposé en 2 heures de manière plus protocolaire.
 10- Le scénario proposé ici est différent et s'appuie d'abord sur une phase de réflexion à partir d'un texte historique.
 11- Cette étude des transformations entre un acide et un alcool est donc séparée en deux séances :

- a. la première séance permet d'étudier un texte historique et les résultats de Berthelot sur l'estérification et l'hydrolyse. Cette séance de réflexion a pour but de faire émerger les idées de manipulation possibles et adaptées que les élèves pourraient effectuer. Une phase de présentation commune permet de faire émerger toutes les idées et les problèmes relatifs à la conception des protocoles et à la bonne compréhension de toutes les étapes nécessaires à effectuer pour atteindre l'objectif.

Cette première séance en petits groupes et sans expériences permet de travailler sur les phases d'hypothèse et de présentation. Un débat doit s'instaurer, le professeur et des groupes d'élèves pouvant critiquer constructivement les protocoles proposés. Une présentation sur transparent peut être envisagée.

Exemples de difficultés ou notions abordées :

- i. l'utilisation des masses volumiques pour le calcul d'une mole de réactifs

$$n_i(\text{acide}) = \frac{m_i(\text{acide})}{M(\text{acide})} = \frac{\rho(\text{acide}) \times V_i(\text{acide})}{M(\text{acide})} = \frac{d(\text{acide}) \times \rho(\text{eau}) \times V_i(\text{acide})}{M(\text{acide})} = \frac{1,05 \times 1,0 \times 57}{60} = 1,0 \text{ mol}$$

$$n_i(\text{alcool}) = \frac{d(\text{alcool}) \times \rho(\text{eau}) \times V_i(\text{alcool})}{M(\text{alcool})} = \frac{0,79 \times 1,0 \times 58}{46} = 1,0 \text{ mol}$$

$$n_i(\text{ester}) = \frac{d(\text{ester}) \times \rho(\text{eau}) \times V_i(\text{ester})}{M(\text{ester})} = \frac{0,90 \times 1,0 \times 98}{88} = 1,0 \text{ mol}$$

$$n_i(\text{eau}) = \frac{\rho(\text{eau}) \times V_i(\text{eau})}{M(\text{eau})} = \frac{1,0 \times 18}{18} = 1,0 \text{ mol}$$

- ii. le chauffage à reflux : entrée en sortie d'eau froide et utilité
 iii. notion de catalyseur
 iv. choix de l'indicateur coloré pour les dosages
 v. Calculs relatifs à la quantité d'acide éthanoïque présent à l'équilibre
 vi. $n_{\text{versé}}(\text{HO}^-)_{\text{équivalence}} = \text{quantité d'acide total} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} + n_{\text{ac-éthanoïque}}$
 vii. Les échantillons dosés représentent $1/20^e$ du mélange initial.

Pour compléter le tableau quantitatif, on devra par exemple multiplier par 20.

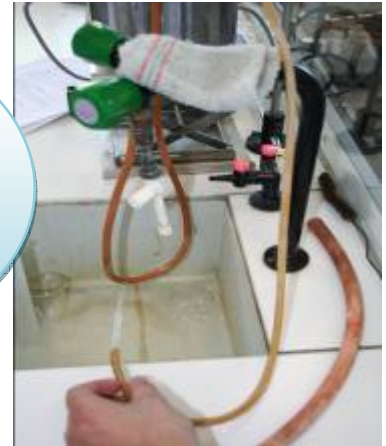
- b. La deuxième séance est pratiquement réservée à l'expérimentation, permet de réaliser les protocoles proposés et
- d'insister sur l'aspect expérimental



**Respect
des règles de
sécurité**

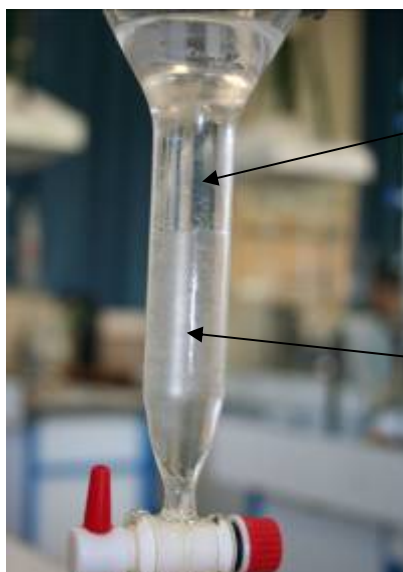


**Participation à la
mise en place des
différents
éléments du
montage à reflux**



**Suivi de la
transformation au
sein du réacteur
avec régulation de
l'ébullition**





Phase organique contenant l'ester après neutralisation de l'acide et ajout d'eau salée

Phase aqueuse plus dense à éliminer

- de préparer les exploitations des résultats (aspect quantitatif : tableau à compléter par exemple ou valeur du rendement).
Les résultats sont sans appels.

Quantité de matière (mol)	acide carboxylique	alcool	ester	eau
mélange E'	1	1	0	0
mélange E	0.33	0.33	0.67	0.67
mélange H'	0	0	1	1
mélange H	0.33	0.33	0.67	0.67

On constate que les deux états d'équilibre sont sensiblement les mêmes, quel que soit le sens de la transformation.

Le rendement tourne autour de 63 %, l'ester obtenu n'est pas assez purifié.

BIBLIOGRAPHIE

Inspiré du document pédagogique mis à la libre disposition de tous par le groupe Sciences Physiques de l'Académie de Toulouse - ctstp10 - Antenne du Gers 25.04.2002 et du TP p 284-285 Chimie : collection Durupthy –Term S- Hachette éducation 2002