

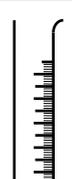
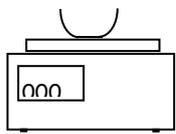
Distillation fractionnée d'un vin

Document 1 : composition du vin

Le vin est composé essentiellement d'eau et d'éthanol avec un pourcentage volumique en éthanol noté p et nommé « degré alcoolique » égal aux alentours de 12% : pour 100 mL de vin, on trouve une quantité d'éthanol correspondant à 12 mL d'éthanol pur.

L'éthanol est l'alcool des boissons alcoolisées. Sa masse volumique vaut $\rho_{\text{éth}} = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$ (« 0,79 g par millilitre »).

- (*) 1) Rappeler les formules topologiques et les structures de Lewis de l'eau et de l'éthanol.
- (*) 2) Si on prend un volume de 200 mL de vin, quel volume d'éthanol y trouve-t-on ? Et pour un volume noté V_{vin} , quel volume d'éthanol $V_{\text{éth}}$ trouvera-t-on ? Quel est le lien entre V_{vin} , $V_{\text{éth}}$ et p (définition d'un pourcentage) ?
- (*) 3) Rappeler en une phrase *très* simple la signification de la grandeur « masse volumique » sur l'exemple de l'éthanol.
- (*) 4) Quelle serait la masse d'éthanol pour un volume de 2 mL d'éthanol pur ? Pour un volume de 5 mL ?
- (*) 5) Ainsi, de façon générale, quelle serait la masse $m_{\text{éth}}$ d'éthanol pur pour un volume $V_{\text{éth}}$ d'éthanol pur ? Quel est ainsi le lien entre la masse $m_{\text{éth}}$ précédente, le volume $V_{\text{éth}}$ précédent et la masse volumique $\rho_{\text{éth}}$? **Assurez-vous de retrouver facilement cette définition de la masse volumique avec les exemples de la question 4).**
- (*) 6) La masse volumique caractérise une substance. Indiquer un protocole rapide mais complet afin de déterminer la masse volumique d'un liquide. On utilisera le matériel suivant et on essaiera d'être le plus précis possible :

Eprouvette de 50 mL ou 25 mL	Compte-goutte	Balance au cg	Bécher de 80 ou 200 mL ou autre
			

On ira de plus lire la fiche intitulée « Mesure de masses et de volumes » et on sera au point pour ce TP sur les paragraphes I, II 1) et II 2).

Document 2 : matériel utilisé lors d'une distillation fractionnée

Le montage de distillation fractionnée est un montage important au laboratoire de chimie organique. Il faut le connaître par cœur. Il se compose du matériel suivant :

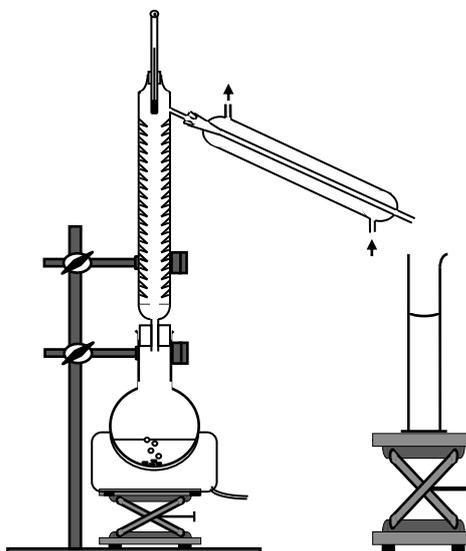
- un ballon à fond rond monocol
- un chauffe-ballon
- un réfrigérant à eau linéaire
- une colonne de vigreux
- un thermomètre à liquide
- deux supports élevateurs (ou « boy »)
- un coude en verre si la colonne n'en a pas
- des récipients de récupération pour le distillat comme un bécher ou une éprouvette
- des pinces, des clips, une structure pour maintenir le tout.

Dans le ballon, on verse le mélange à distiller et on rajoute quelques grains de pierre ponce pour réguler l'ébullition (éviter qu'elle ne s'emballe).

- (*) 7) Attribuer une légende à chacune des photographies du document suivant



- (*) 8) Légender le schéma ci-dessous :



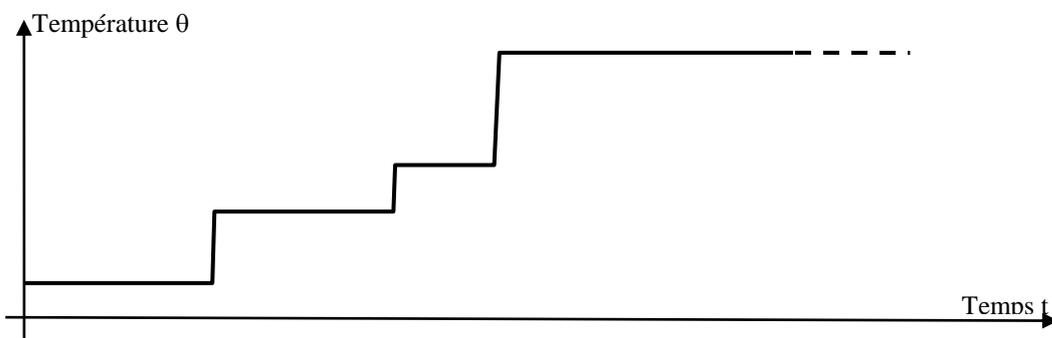
Document 3 : principe théorique de la distillation fractionnée

La distillation fractionnée est une méthode chimique permettant la séparation de deux ou plusieurs espèces liquides miscibles mélangées (au sein d'un mélange). Elle repose sur la différence de température d'ébullition des différentes espèces. Si les températures sont trop proches, la distillation fractionnée ne peut fonctionner comme mode de séparation.

Lorsque le mélange dans le ballon est mis à chauffer, il rentre en (passage de l'état liquide à l'état) à une certaine température. Les vapeurs ainsi formées montent dans la colonne de Mais au fur et à mesure de leur ascension, elles s'enrichissent en le composé le plus volatil (c'est-à-dire qui présente la température d'ébullition la plus). Quand les vapeurs arrivent en haut de la colonne, seul le composé le plus volatil est présent : le thermomètre qui affichait initialement la température de la salle, voit sa température monter très rapidement puis se stabiliser à la température d'ébullition du composé le plus volatil. Ce dernier passe alors dans le tube interne du réfrigérant et se (passage de l'état à l'état) au contact des parois de ce tube interne qui sont refroidies à cause du tube externe froid grâce à l'..... froide qui y circule (il n'y a jamais rencontre). On obtient ainsi dans un premier temps, dans le récipient récupérateur, l'espèce du mélange la plus volatile. C'est le « 1^{er} palier »

Il arrive que l'espèce la plus volatile soit entièrement passée au bout d'un certain temps. On le remarque lorsque la température du thermomètre commence à changer. Il faut alors changer de récipient récupérateur, placer un béccher poubelle et attendre que la température d'..... de la deuxième espèce la plus volatile s'affiche et se stabilise sur le thermomètre. On place alors un deuxième récipient récupérateur afin d'obtenir cette deuxième espèce pure. C'est le « 2^{ème} palier ». Et ainsi de suite jusqu'à épuisement de toutes les espèces du mélange.

Voici le graphique théorique obtenu représentant la température du thermomètre en haut de la colonne de vigreux en fonction du temps de l'expérience.



(* 9) Pourquoi l'eau doit-elle rentrer dans le tube externe du réfrigérant par l'extrémité la plus basse ?

(* 10) Compléter le texte à trous du document 3

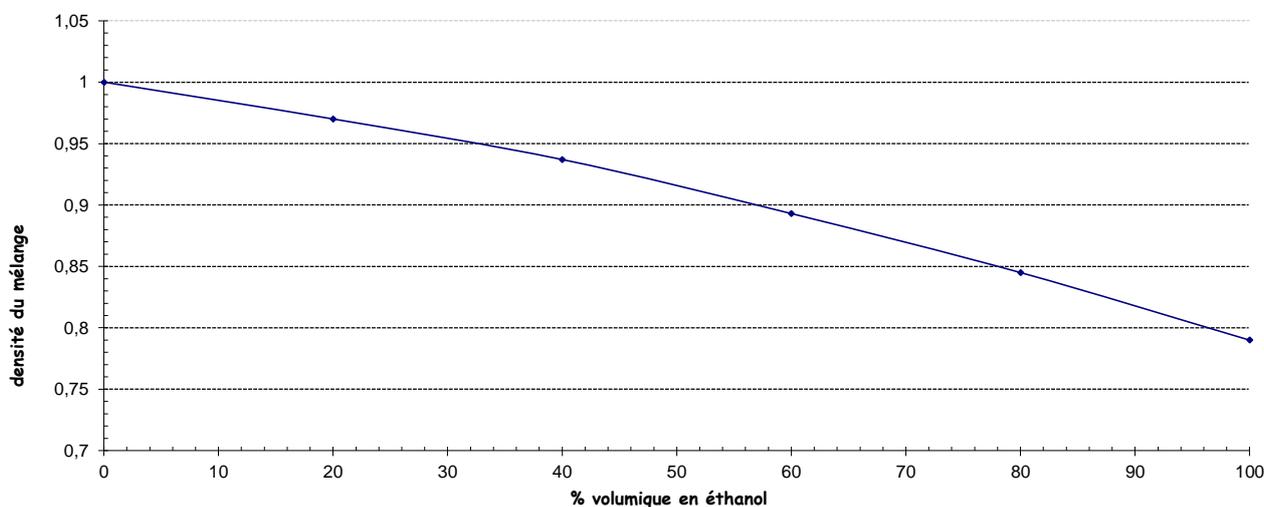
(* 11) Légender le graphique précédent en y faisant figurer :

- θ_{amb} : température ambiante
- θ_{eb1} : température d'ébullition de l'espèce la plus volatile
- θ_{eb2} : température d'ébullition de la 2^{ème} espèce la plus volatile etc.

(* 12) Par une flèche ou une accolade, indiquer également les événements suivants (recopier l'évènement) :

- « les vapeurs n'ont pas encore atteint le thermomètre »
- « la première goutte de liquide est obtenue dans le premier récipient récupérateur »
- « on récupère l'espèce la plus volatile dans un 1^{er} récipient récupérateur »
- « on récupère la 2^{ème} espèce la plus volatile dans un 2^{ème} récipient récupérateur » etc.

Document 4 : densité du mélange eau-éthanol en fonction du pourcentage en éthanol dans le mélange



Rappel important : la densité d d'un liquide est le rapport (sans unité) de sa masse volumique par la masse volumique de l'eau.

Document 5 : quelques données physico-chimiques

Température d'ébullition de l'éthanol à pression atmosphérique : $\theta_{\text{éb,éth}} = 78,5^{\circ}\text{C}$.

Température d'ébullition de l'eau à pression atmosphérique : $\theta_{\text{éb,eau}} = 100,0^{\circ}\text{C}$.

Masse volumique de l'eau à température et pression atmosphériques : $1,00 \text{ kg.L}^{-1}$

Masse volumique de l'éthanol : $0,79 \text{ g.mL}^{-1} = 0,79 \text{ kg.L}^{-1}$

Le sulfate de cuivre anhydre vire au bleu intense en présence d'eau.

Travail demandé

1) Démarche d'investigation

(*) Proposer un protocole complet, le mettre en action, analyser les résultats et conclure afin

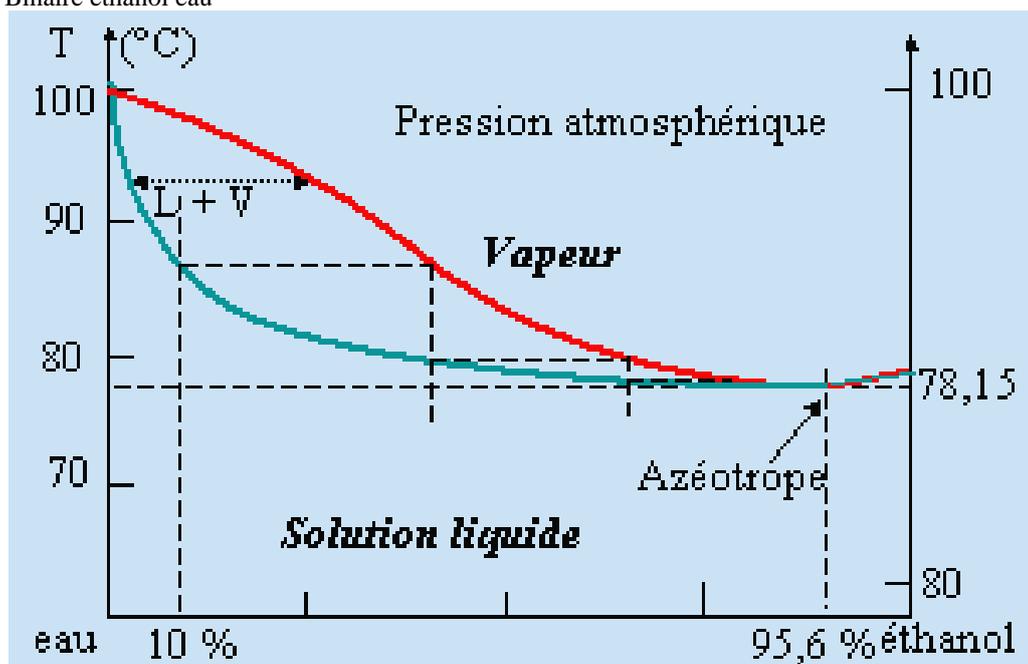
- de savoir si on peut séparer facilement l'éthanol du vin par distillation,

- d'évaluer la pureté en éthanol du(des) échantillon(s) ainsi obtenus.

2) Points imposés

- En rentrant dans la salle, mettre en fonctionnement les chauffe-ballon thermostat 8-9.
- On utilisera 100 mL de vin et quelques morceaux de pierre ponce dans le ballon.
- On vérifiera que les différentes parties du montage sont bien emboîtées et bien fixées. On ajustera le thermomètre de façon à suivre la température des vapeurs qui entrent dans le réfrigérant si ce n'est déjà fait.
- On fera circuler le courant d'eau froide dans le réfrigérant et on vérifiera qu'il ne soit pas monté à l'envers.
- On mettra en route le chauffage au thermostat 8-9 et on élèvera le chauffe-ballon. On enveloppera le ballon et le bas de la colonne le plus hermétiquement possible d'un papier d'aluminium afin d'éviter les pertes d'énergie.
- EXCEPTIONNELLEMENT, les élèves qui possèdent une caméra sur leur téléphone pourront s'en servir pour enregistrer la montée des premières vapeurs quand elles arrivent en haut de colonne et la montée de la température du thermomètre.
- On notera le début de distillation. Toutes les 30 secondes par exemple, on relèvera la température indiquée par le thermomètre.

Adapter ensuite le protocole comme bon vous semble afin de répondre à la question posée, avec le matériel à vos paillasses et dans la salle et en essayant de donner le plus d'arguments possibles. On essaiera de prévoir ce qu'il pourra se passer. Des balances sont à votre disposition, de la verrerie, des coupelles en porcelaine, du sulfate de cuivre anhydre...



Pourcentages massiques

Espèces chimiques à disposition :

Sulfate de cuivre anhydre, ethanol absolu, vin utilisé, eau distillée

Réponses souhaitées et initiatives à évaluer :

Bonne prise en main de la distillation

Température relevée

Calcul du volume d'éthanol à recueillir si tout va bien : 12 mL

On constate la première goutte à la température d'ébullition de l'éthanol

Constatation que le premier pallier n'est pas franc, les aider alors à avoir l'idée de s'arrêter à 12 mL pour le premier distillat

Initiative de continuer les distillats

Noter la couleur inexistante des distillats (par différence avec le vin)

Initiative Est-ce de l'éthanol : masse volumique des distillats et comparaison -> pas d'éthanol pur (exp témoin bienvenue avec calcul masse volumique éthanol)

Initiative Y a-t-il de l'eau dans les distillats : exp CuSO₄, témoin avec ethanol pur et avec eau et comparaison : les distillats contiennent de plus en plus d'eau

Hyp : mélange que eau et éthanol : alors on peut utiliser le graphique en calculant la densité et trouver pourcentage d'éthanol (à faire avec traits de construction)

Ccl : pas facile... distillats impurs mais quand même, on réussit à obtenir autre chose que du vin, distillat obtenus forts en alcool

Explication possible (au niveau des élèves) : il y a bcp d'espèces à distiller dc de multiples petits palliers, le chauffage est trop fort dc dans la colonne, ça n'a pas le temps de bien se séparer...

Explication niveau prof :

Le pb vient en fait probablement que eau et éthanol ne forment pas un mélange homogène idéal (partie apolaire de l'éthanol...dc eau et éthanol trop différents pour former un mélange idéal où l'eau croirait qu'elle est toute seule et l'éthanol aussi sans faire de distinction des molécules autour d'eux) et que le vin n'est pas un mélange binaire mais pluricomposés (pas de simple azéotrope, on l'obtient cependant au départ, la température de début de distillation étant plus basse que celle de l'éthanol pur).. Donc c'est difficile. Les colonnes de vigreux sont aussi trop petites très certainement.