

LA PRODUCTION DE L'EAU-DE-VIE DE MIRABELLES

PROBLEMATIQUE :

On cherche à comprendre un procédé complexe : la production industrielle de l'eau-de-vie de mirabelles. On souhaite mettre en oeuvre une étape du procédé en laboratoire : la distillation.

I. ETUDE DU PROCEDE DE FABRICATION DE LA GOUTTE

L'abus d'alcool nuit gravement à la santé

La fabrication de l'eau-de-vie de mirabelles est un art qui se perpétue en Lorraine, capitale de la mirabelle.

Cette séquence va vous permettre dans un premier temps de comprendre les étapes du procédé de fabrication.

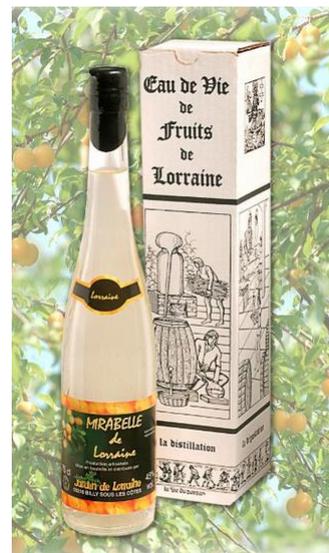
Pour cela regarder les deux vidéos suivantes :

* une vidéo sur la fabrication industrielle du whisky dont le processus de fabrication est proche de celui de l'eau-de-vie :

<http://vimeo.com/43093420>

* L'association "De la Fleur au Fruit", basée à Boussières dans le Doubs, permet aux particuliers de pasteuriser leur jus de fruits et de distiller leur moût. Un nouvel alambic vient d'être acheté : il est à disposition des membres de l'association. La vidéo montre son fonctionnement :

<http://www.youtube.com/watch?v=1r4Q7ihf5-g>



1.1 Grâce aux deux vidéos, replacer les étapes de fabrication dans l'ordre (3 cartes du **Document 1** à découper).



Ce symbole indique par la suite que vous pouvez bénéficier d'une aide si nécessaire ...



Faire valider l'ordre des étapes du procédé par le professeur

2. PRINCIPE DE LA DISTILLATION DU MOÛT :

2.1 D'après le **document 1** en annexe, lors de la distillation du moût, quels sont à votre avis les composés chimiques que l'on cherche à séparer ?

2.2. Modélisation en laboratoire de chimie

2.2.1. Proposer à l'oral un protocole opératoire facilement réalisable au laboratoire de chimie et qui permet de mettre en oeuvre l'étape de distillation du procédé de fabrication de la goutte.



Faire valider le protocole par le professeur

Si vous avez besoin d'aide, le professeur vous donnera des indices et en dernier recours pourra vous donner l'aide N°1

2.2.2. Schématiser le montage à réaliser et commenter en quelques lignes (2-3 maximum) ce que vous allez observer au cours de la manipulation.

Liste de matériel nécessaire :

Solution nécessaire :

Schéma du dispositif :

Observations (2-3 lignes) :

3. MISE EN OEUVRE DE LA DISTILLATION DU MOUT

3.1. Préparation d'un mélange eau éthanol modélisant le moût

3.1.1. D'après les données en annexe quels sont les risques à manipuler de l'éthanol ?

3.1.2. A l'aide de la verrerie appropriée, préparer une solution eau éthanol (d'un volume total de 250 mL) contenant $z_1 = 13,0$ % en volume d'éthanol.



Faire valider le protocole de préparation par le professeur

3.2. Réaliser le montage permettant d'effectuer la distillation fractionnée de ce mélange. On utilisera un ballon tricol afin de disposer un thermomètre qui permettra la mesure de la température dans le ballon.

 **Faire valider le montage par le professeur**

3.2.1. Démarrer le chauffage. Noter la température T_{eb1} du mélange lors de la formation des premières bulles de vapeur dans le ballon.

3.2.2. Recueillir environ 150 mL de distillat puis arrêter la distillation.

3.3. Une fois le distillat refroidi, proposer une méthode d'analyse rapide permettant de déterminer le titre molaire en éthanol dans le distillat. Effectuer la mesure du titre volumique en éthanol du distillat.

 **Faire valider le protocole de mesure par le professeur**
Si vous avez besoin d'aide, le professeur vous donnera des indices et en dernier recours pourra vous donner l'aide N°2

3.4. Suggérer (en 2-3 lignes maximum) une amélioration possible du protocole afin d'obtenir un titre en éthanol dans le distillat plus élevé.

3.5. Incertitude sur la mesure de la température dans le ballon

3.5.1. A l'aide des documents en annexe, proposer un encadrement de la valeur de la température d'ébullition T_{eb1} .

4. TRACE ET ANALYSE DU DIAGRAMME ISOBARE LIQUIDE VAPEUR DU MELANGE ETHANOL-EAU

Après des recherches dans la littérature, vous avez trouvé les données répertoriées en **Tableau 1** situé en annexe.

4.1. A l'aide d'un tableur, tracer et légender le diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur du mélange éthanol-eau.

 **Faire valider le diagramme par le professeur**
Si vous avez besoin d'aide, le professeur vous donnera des indices et en dernier recours pourra vous donner l'aide N°3

4.2. A l'aide du diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur, identifier le composé le plus volatil. Est-ce cohérent avec la composition du distillat obtenu dans la partie III ?

4.3. Quelle particularité présente ce diagramme isobare ?

4.4. On considère à nouveau un mélange initial de $z_1 = 13,0$ % en volume d'éthanol. Calculer le titre molaire x_1 en éthanol de ce mélange.

On donne la densité et la masse molaire de l'éthanol et de l'eau :

| | densité | M (g.mol ⁻¹) |
|---------|---------|--------------------------|
| Ethanol | 0,79 | 46 |
| Eau | 1 | 18 |



Faire valider le calcul par le professeur

Si vous avez besoin d'aide, le professeur vous donnera des indices et en dernier recours pourra vous donner l'aide n°4

4.5. Déduire du diagramme, la composition y_1 des premières bulles de vapeur formées.

4.6. De même, déduire la température d'ébullition théorique d'un tel mélange notée T_{eb1th} .

4.7. Critiquer alors le résultat de la température d'ébullition T_{eb1} obtenu à la question 3.5.

Document 1

LA DISTILLATION



C'est durant cette phase que le tour de main du distillateur s'exerce afin d'obtenir la quintessence de l'eau-de-vie. La purée de fruits fermentée ou macérée est alors placée dans l'alambic en cuivre et elle va faire l'objet de deux chauffes (façon bain-marie). La première distillation consiste à faire bouillir cette purée de fruits afin d'en dégager des vapeurs. Dans leur cheminement, ces vapeurs vont rencontrer un serpentín d'eau glacée et vont alors condenser pour former "les flegmes". Ces derniers sont ensuite distillés une seconde fois en suivant le même circuit. C'est à ce moment-là, au fur et à mesure que l'eau-de-vie s'écoule, que le distillateur va sélectionner "la tête", "le cœur" et "la queue" de distillation en fonction du degré alcoolique et de l'intensité des arômes. Seul "le cœur" qui titre à +/- 65% vol. est transféré en cuve de vieillissement, "la tête" et "la queue" seront quant à elles ré-utilisées lors d'une prochaine distillation.

LE VIEILLISSEMENT

La durée de vieillissement est à la discrétion du distillateur, elle est partie prenante de son savoir-faire et de la qualité du produit. Le "cœur" de distillation ensemble de nos eaux-de-vie sont vieillis en cuves en inox pour préserver totalement la pureté de l'arôme et conserver l'eau-de-vie blanche limpide et ardente. La Vieille Prune quant à elle, après avoir passé 12 mois en cuves inox, est placée dans des fûts en bois, où l'eau-de-vie s'assouplit sous l'action du tanin du bois et acquiert au fil des mois une belle coloration ambrée.

A l'issue du vieillissement, nous procédons à l'opération de "mouillage" qui consiste à associer de l'eau de source au "cœur" à 65% vol., afin d'obtenir le degré alcoolique souhaité.

- Qualité "Tradition" : vieillissement 2 ans
- Qualité "Grande Réserve" : vieillissement 4 ans
- Qualité "Coeur de Chauffe" : vieillissement 4 ans



LA FERMENTATION

Les fruits à noyaux sont délicatement broyés en purée et fermentent naturellement sous l'action des levures qu'ils contiennent. Des lors, le sucre des fruits se transforme en alcool et en dioxyde de carbone.



Document 2



ÉTHANOL

DANGER

H 225 – Liquide et vapeurs très inflammables.

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement 1272/2008.

202-578-6

Fiche toxicologique INRS:

<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/doc/fichetox.html?refINRS=FT%2048>

Document 3

Données sur la mesure du thermomètre

- Le fournisseur du thermomètre à alcool indique une incertitude élargie donnée par la relation : **1% de la valeur lue + 0,1°C**
- Le thermomètre est gradué de 0,2 en 0,2°C.

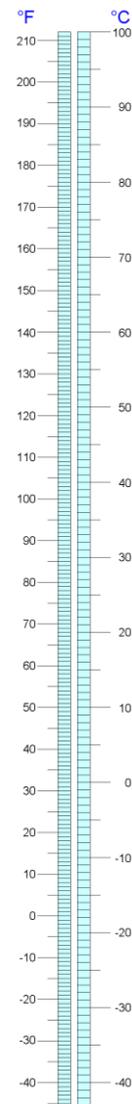


Image :

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Thermometer.png>

Tableau 1

| Isobares d'ébullition et de rosée Ethanol - eau à P = 1 bar | | |
|--|---|--|
| Température d'ébullition (°C) | x titre molaire en phase liquide (%) | y titre molaire en phase vapeur (%) |
| 100 | 0 | 0 |
| 98,4 | 0,5 | 6,5 |
| 97,1 | 1 | 11 |
| 94,9 | 2 | 17,5 |
| 93,5 | 3 | 23,1 |
| 91,8 | 4 | 27,3 |
| 90,6 | 5 | 31 |
| 89,5 | 6 | 34 |
| 88,5 | 7 | 36,7 |
| 87,7 | 8 | 39,2 |
| 86,9 | 9 | 41,5 |
| 86,4 | 10 | 43 |
| 85,5 | 12 | 46 |
| 84,8 | 14 | 48,2 |
| 84,1 | 16 | 50 |
| 83,6 | 18 | 51,3 |
| 83,2 | 20 | 52,5 |
| 82,3 | 25 | 55,1 |
| 81,7 | 30 | 57,5 |
| 81,2 | 35 | 59,5 |
| 80,7 | 40 | 61,4 |
| 80,2 | 45 | 63,5 |
| 79,9 | 50 | 65,7 |
| 79,5 | 55 | 67,8 |
| 79,1 | 60 | 69,8 |
| 78,8 | 65 | 72,5 |
| 78,7 | 70 | 75,5 |
| 78,5 | 75 | 78,7 |
| 78,4 | 80 | 81,8 |
| 78,3 | 85 | 85,5 |
| 78,2 | 90 | 89,8 |
| 78,3 | 95 | 94,2 |
| 78,3 | 100 | 100 |