

Noms :		Prénoms :		Classe :
20	Seconde	<u>Thème</u> : Utilisation des ressources de la nature	Sciences et Laboratoire	
	La distillation fractionnée			

I Distillation fractionnée d'un mélange eau-éthanol

On se propose de distiller un mélange eau-éthanol à environ 20 % en volume d'éthanol pour augmenter sa concentration en éthanol. Cette méthode est utilisée couramment pour fabriquer des eaux de vie ou des liqueurs. Pour cela, une distillation fractionnée est effectuée.

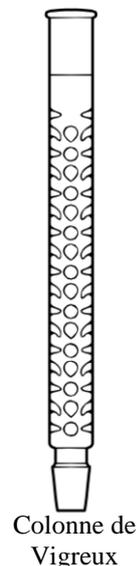
A) Principe de la distillation fractionnée

La distillation fractionnée est un procédé de séparation. Son but est de séparer les différents constituants d'un mélange de liquides miscibles, possédant des températures d'ébullition différentes.

Lorsqu'on fait bouillir un mélange de liquides, ils n'entrent pas tous en ébullition en même temps mais les uns à la suite des autres, en commençant par le plus volatil, c'est-à-dire celui dont la température d'ébullition est la plus basse.

Les vapeurs au dessus du liquide en ébullition ont une composition différente de celle du liquide. Elles contiennent plus du composé le plus volatil.

On utilise alors une colonne de Vigreux, appelée ainsi pour rendre hommage à son inventeur, un laborantin et souffleur de verre : Henri Vigreux (1869-1951). Cette colonne verticale est hérissée de piques orientés vers le bas qui permettent de recondenser les vapeurs qui s'élèvent. Les vapeurs qui s'y condensent le mieux sont celles du liquide le moins volatil du mélange. La vapeur devient donc de plus en plus concentrée en composé le plus volatil au fur et à mesure qu'elle s'élève dans la colonne.



Les changements d'état des corps purs se faisant à température constante, les vapeurs au sommet de la colonne vont garder la température d'ébullition du liquide le plus volatil, tant que le mélange en ébullition en contient. Le thermomètre indique donc la température d'ébullition de l'espèce chimique qui est en train de se vaporiser. Un simple réfrigérant à eau nous permet de récupérer le distillat liquide dans un récipient à la sortie du montage.

Nom	Température d'ébullition	Masse volumique
Ethanol	78°C	0,79 g.mL ⁻¹
Eau	100°C	1,0 g.mL ⁻¹

B) Manipulation

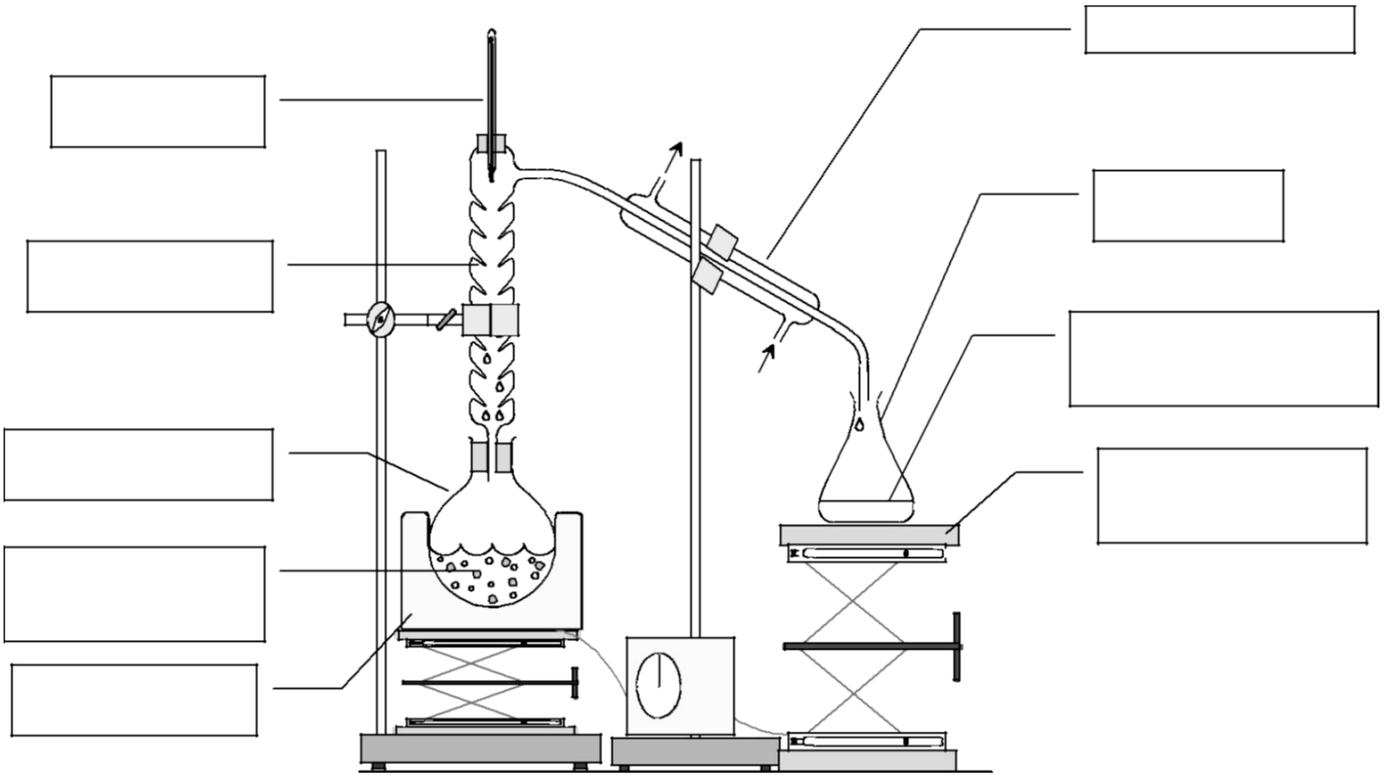
- Peser les deux éprouvettes graduées : $m_{1\text{vide}} = \dots\dots\dots$ $m_{2\text{vide}} = \dots\dots\dots$
- Introduire dans le ballon 50 mL du mélange fourni et 4 ou 5 grains de pierre ponce.
- Remettre le ballon sur le montage et remonter le chauffe-ballon.
- Mettre en route la circulation d'eau dans le réfrigérant, allumer le chauffe-ballon aux trois quarts et placer une première éprouvette graduée à la sortie du montage.
- **Lorsque les premières gouttes de distillat tombent dans l'éprouvette**, noter la température en haut de la colonne de Vigreux : $T_1 = \dots\dots\dots$
- Quand on obtient 10 mL de distillat, changer l'éprouvette et observer l'évolution de la température.
- Lorsque le distillat commence à être à nouveau recueilli, noter la nouvelle température : $T_2 = \dots\dots\dots$
- Mettre le thermostat du chauffe-ballon au maximum.
- Poursuivre jusqu'à ce que le ballon soit **presque** vide, puis descendre le support élévateur, arrêter et débrancher le chauffe-ballon, couper la circulation d'eau.

La deuxième éprouvette est longue à remplir. En attendant que le ballon se vide, vous pouvez répondre à presque toutes les questions suivantes.

- Peser les éprouvettes graduées avec leur liquide : $m_{1\text{rempli}} = \dots\dots\dots$ $m_{2\text{rempli}} = \dots\dots\dots$
- Mesurer les volumes des distillats obtenus : $V_1 = \dots\dots\dots$ $V_2 = \dots\dots\dots$

C) Exploitation

- 1) Annoter le montage de distillation fractionnée en utilisant les annotations suivantes :
 Distillat / Thermomètre / Erlenmeyer / Colonne de Vigreux / Mélange + pierres ponce
 Réfrigérant à eau / Chauffe-ballon / Support élévateur / Ballon à fond rond



- 2) Comment évolue la température en tête de colonne durant la distillation ?

.....

.....

.....

.....

- 3) D'après les températures, quelle est a priori la nature du premier distillat ? Du second distillat ?

.....

.....

.....

.....

- 4) A partir des mesures expérimentales, calculer la masse m_1 du 1^{er} distillat (en g), puis la masse m_2 du 2^{ème} distillat.

.....

.....

- 5) Calculer la masse volumique ρ_1 du 1^{er} distillat (en g.mL^{-1}), puis la masse volumique ρ_2 du 2^{ème} distillat. Rappel : $\rho = \frac{m}{V}$

.....

.....

.....

- 6) Les distillats recueillis sont des corps purs si l'on obtient exactement les masses volumiques « théoriques » de l'eau et de l'éthanol.
 Les distillats obtenus sont-ils des corps purs ou des mélanges ?

.....

D) Détermination du degré alcoolique des distillats

Le distillat contenant l'éthanol n'est pas pur, c'est encore un mélange eau-éthanol mais qui est (normalement !) plus concentré en éthanol qu'au début (20 % en volume en éthanol).

On désire déterminer le **degré alcoolique du distillat**, c'est à dire le pourcentage volumique d'éthanol pur qu'il contient. On dispose d'une courbe d'étalonnage représentant la densité d'un mélange eau-éthanol en fonction du pourcentage volumique d'éthanol.

Rappel : la densité d est sans unité : $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$

ρ et ρ_{eau} sont dans les mêmes unités, par exemple en g.mL^{-1} . Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$.

Exemple : Si un liquide a pour masse volumique $\rho = 1,25 \text{ g.mL}^{-1}$, alors sa densité vaudra : $d = \frac{1,25}{1} = 1,25$

7) Calculer la densité du distillat contenant l'éthanol.

.....

.....

8) Utiliser la courbe d'étalonnage pour déterminer le degré alcoolique du distillat.

.....

.....

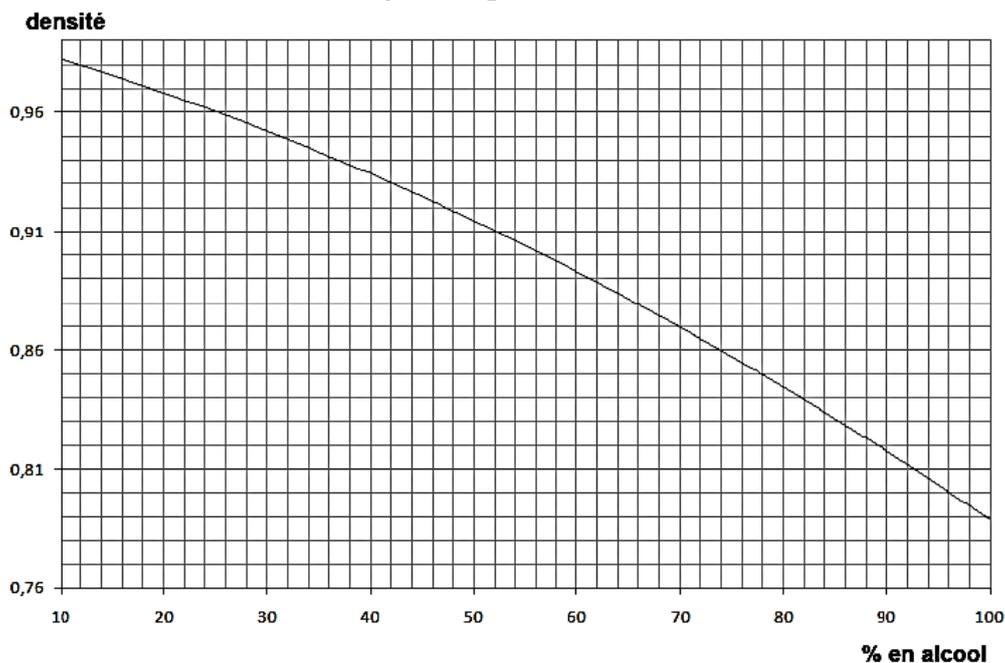
.....

9) Le 1^{er} distillat obtenu a-t-il été enrichi en éthanol par rapport au mélange initial ?

.....

.....

Graphique représentant densité d'un mélange eau/éthanol en fonction de son pourcentage en volume d'éthanol.



II Exemple de distillation fractionnée : la distillation du pétrole

Le pétrole brut est un mélange de différents hydrocarbures (composés uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène) aux propriétés très différentes. Il est donc inutilisable « tel quel » et il faut le raffiner.

Le raffinage du pétrole le transforme en produits adaptés à la demande des consommateurs. La première opération de raffinage est la distillation fractionnée, elle consiste à séparer ces hydrocarbures. La séparation et la purification s'effectuent dans une tour de distillation : les composés les plus volatils étant recueillis en haut de la tour.

10) De quoi est constitué le pétrole brut ? Est-il utilisable directement après son extraction ?

.....

.....

.....

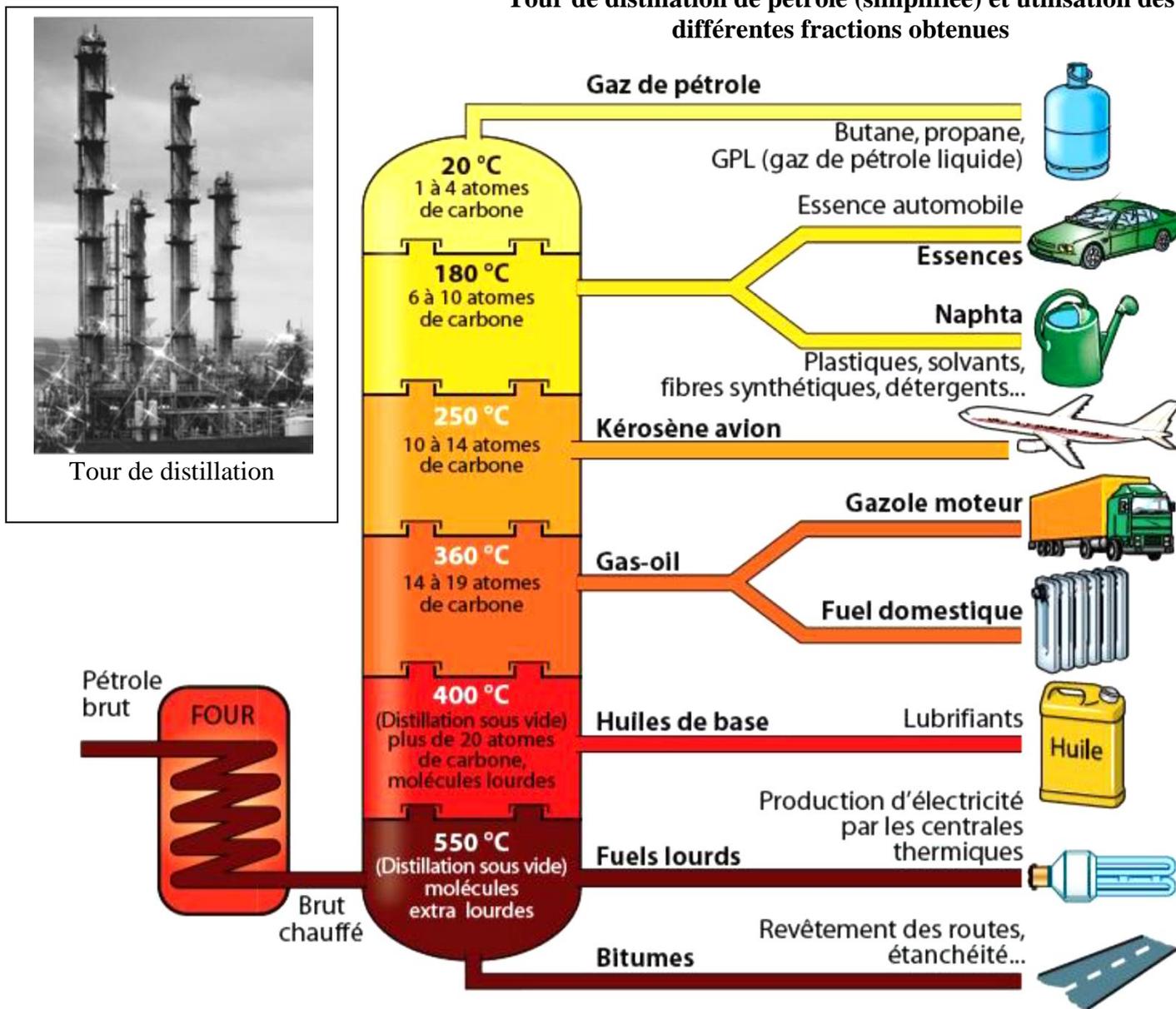
11) Quel est le nom de la première étape du raffinage du pétrole ? Quel est le rôle de cette étape ?

.....

.....

.....

Tour de distillation de pétrole (simplifiée) et utilisation des différentes fractions obtenues



La température indiquée sous chaque plateau récupérant la fraction est la température moyenne d'ébullition des hydrocarbures récupérés.