

# 1 Observation d'objets de petites dimensions

Le microscope optique a été inventé à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle par le Hollandais ZACCHARIAS JANSSEN, contribuant ainsi au développement de la théorie cellulaire. Destiné à l'observation d'objets de petites dimensions de l'ordre du micromètre, il est constitué de deux systèmes optiques : un objectif et un oculaire.

Fonctionnant en lumière blanche, l'objectif et l'oculaire peuvent être assimilés à deux lentilles convergentes de distance focale respective  $f'_1$  et  $f'_2$ . L'ensemble est dans l'air et l'œil de l'observateur vient se placer au voisinage du foyer image  $F'_2$ . Il observe l'image finale située entre l'infini et la distance minimale de vision distincte.

## Observation d'un globule rouge

Le microscope réel utilisé possède les caractéristiques suivantes :

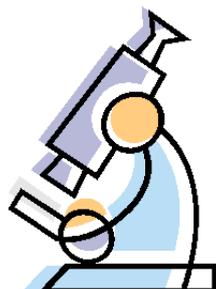
- objectif : distance focale  $f'_1 = 10$  mm ;
- oculaire : distance focale  $f'_2 = 50$  mm ;
- intervalle optique :  $\Delta = F'_1F_2 = 160$  mm.

On envisage l'observation d'un globule rouge dans le diamètre est  $d = 0,8$   $\mu$ m.

- formule de conjugaison des lentilles minces :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$ , les différentes grandeurs correspondent à des mesures algébriques ;

- formule du grossissement :  $G = \frac{\theta'}{\theta}$  avec  $\theta$  l'angle sous lequel est vu l'objet, placé à la distance  $d_m$  à l'œil nu et  $\theta'$  l'angle sous lequel est vue l'image définitive au travers de l'instrument.

1. On se place dans le cas où l'œil n'accorde pas. On considère donc que l'image finale donnée par le microscope se forme à l'infini.
  - (a) Où est située l'image intermédiaire à travers l'objectif ? Déterminer sa position  $\overline{O_1A_1}$  par rapport à l'objectif.
  - (b) Par application de la formule de conjugaison, calculer la distance  $\overline{O_1A}$  entre l'objet et l'objectif.
2. On se place maintenant dans le cas où l'œil accomode. L'image finale donnée par le microscope se forme à la distance  $d_m = 25$  cm de  $F'_2$ . L'image intermédiaire  $A_1B_1$  se situe alors entre  $F_2$  et  $O_2$  et l'objet AB est à la distance  $\overline{F_1A} = -0,59$  mm de l'objectif.
  - (a) Dans le cas où l'œil n'accorde pas, on a  $\overline{F_1A} = -0,63$  mm. Comparer les deux distances  $\overline{F_1A}$  dans le cas où l'œil n'accorde pas et dans celui où il accomode. Calculer la différence.
  - (b) Le réglage du microscope nécessite de déplacer l'ensemble (objectif + oculaire) à l'aide d'une crémaillère et d'une vis micrométrique. Justifier l'utilisation de la vis micrométrique pour effectuer la mise au point.
3. Étude du grossissement du microscope
  - (a) Schématiser l'observation de l'objet, placé à la distance  $d_m$ , à l'œil nu. Exprimer  $\tan \theta$  et en déduire la valeur de  $\theta$ .  
On rappelle que  $\tan \theta \approx \theta$  en radian si  $\theta$  est petit.
  - (b) Sur la figure 1 (cas de la vision à l'infini – hors échelle) indiquer l'angle  $\theta'$  sous lequel est vue l'image définitive. En déduire son expression littérale. Calculer la valeur de  $\theta'$  associée au microscope réel.
  - (c) En déduire le grossissement  $G$ .
4. Le cercle oculaire est l'image de l'ouverture de l'objectif donnée par l'oculaire.
  - (a) Tracer sur la figure 2 (hors échelle) les rayons lumineux issus de l'objectif et qui après traversée de l'oculaire, délimitent et positionnent le cercle oculaire.
  - (b) Lors d'une observation, l'œil doit être proche de  $F'_2$  et au centre du cercle oculaire. Justifier cette observation concernant cette position idéale de l'œil.



## 2 Extraction de l'eugénol du clou de girofle

Depuis plus d'un siècle, la vanilline est essentiellement produite artificiellement. La première étape de sa synthèse consiste à extraire l'eugénol du clou de girofle. Le clou de girofle est un bouton floral séché qui contient une grande quantité d'huile essentielle très riche en eugénol et acétyl'eugénol.



### Données

nom	formule	solubilité dans l'eau	solubilité dans l'eau salée	solubilité dans l'éther	réaction acido-basique avec l'ion hydroxyde
eugénol	annexe	peu soluble	insoluble	très soluble	oui
ion eugénate	annexe	très soluble	très soluble	insoluble	non
acétyl'eugénol	annexe	peu soluble	insoluble	très soluble	non
chlorure de sodium	NaCl	très soluble	—	insoluble	non

- densité de l'eau :  $d_{eau} = 1$  ;
- éther : solvant organique non miscible à l'eau de densité  $d_{ether} = 0,71$  ;
- couple acide/base :  $R-OH/R-O^-$ .

L'extraction de l'eugénol du clou de girofle nécessite plusieurs étapes.

### Partie I - Première étape

De la poudre de clou de girofle est introduit dans un ballon, avec 250 mL d'eau distillée et quelques grains de pierre ponce. Le ballon est ensuite placé dans le montage donné en annexe.

1. Quel nom porte ce montage ?
2. Nommer les éléments numérotés de 1 à 4.
3. Indiquer le sens de circulation d'eau (numéros 5 et 6) dans la verrerie n° 3. Quel est le rôle de cette verrerie ?
4. Indiquer l'utilité de la pierre ponce.

### Partie II - Deuxième étape

Le distillat est une émulsion d'huile essentielle du clou de girofle et d'eau. On y ajoute du chlorure de sodium solide. On agite jusqu'à dissolution complète du sel. On laisse décanter.

1. Écrire l'équation de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau.
2. Expliquer le principe de cette opération de relargage.

### Partie III - Troisième étape : extraction liquide-liquide

Le mélange précédent est introduit dans une ampoule à décanter avec 30 mL d'éther. On agite et on laisse décanter. Représenter l'ampoule à décanter ; indiquer les phases organique et aqueuse ; justifier la position des deux phases.

### Partie IV - Quatrième étape : séparation de l'eugénol et de l'acétyl'eugénol

La phase organique récupérée à l'étape précédente contient un mélange d'eugénol et d'acétyl'eugénol dans l'éther. Cette solution organique est à nouveau mise dans une ampoule à décanter, avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On agite, on laisse décanter et on récupère la phase aqueuse.

La phase organique restante est lavée encore deux fois par la solution d'hydroxyde de sodium.

Les phases aqueuses sont rassemblées dans un bécher propre.

1. Donner la formule de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
2. En considérant les données physico-chimiques de l'acétyl'eugénol, indiquer si l'acétyl'eugénol se trouve dans la phase aqueuse ou la phase organique. Justifier.
3. Écrire l'équation chimique modélisant la transformation de l'eugénol  $R-OH$  en ion eugénate  $R-O^-$ .
4. Dans la phase aqueuse recueillie, on verse une solution concentrée d'acide chlorhydrique pour obtenir un  $\text{pH} = 1$ .
  - (a) Donner la formule de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique.
  - (b) Écrire les deux équations chimiques modélisant les transformations qui ont lieu dans le bécher.
  - (c) Quel est le rôle de l'acide chlorhydrique ?

### Partie V

Une nouvelle extraction liquide-liquide est réalisée avec l'éther, dans une ampoule à décanter. Quelle phase doit-on récupérer ? Pourquoi ?

### Partie VI - Identification de l'eugénol

Une analyse qualitative de l'eugénol extrait est réalisée par chromatographie sur couche mince. On dépose, sur une plaque, une goutte d'eugénol commercial (EC), une goutte d'acétyl'eugénol commercial (AC) et une goutte d'eugénol extrait (EE). On observe, après élution et révélation, le chromatogramme donné en annexe.

Interpréter en justifiant le chromatogramme obtenu.

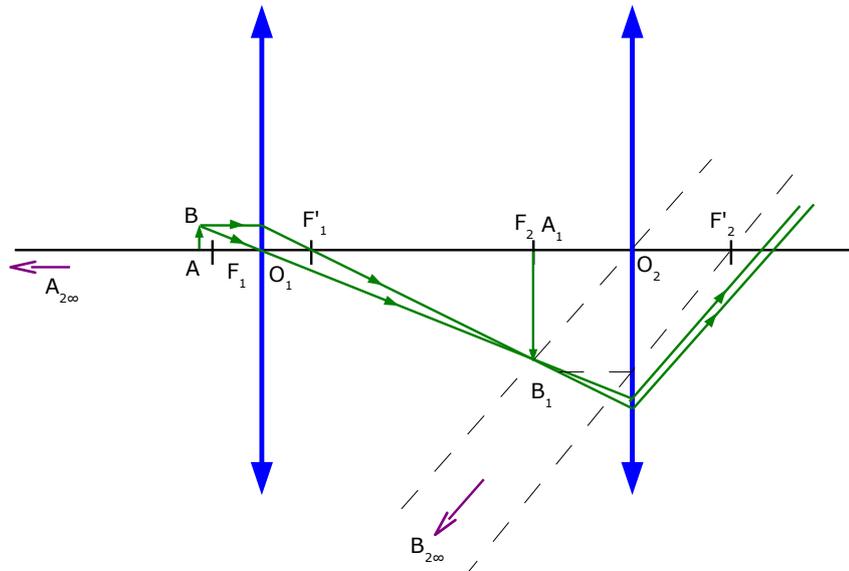


figure 1

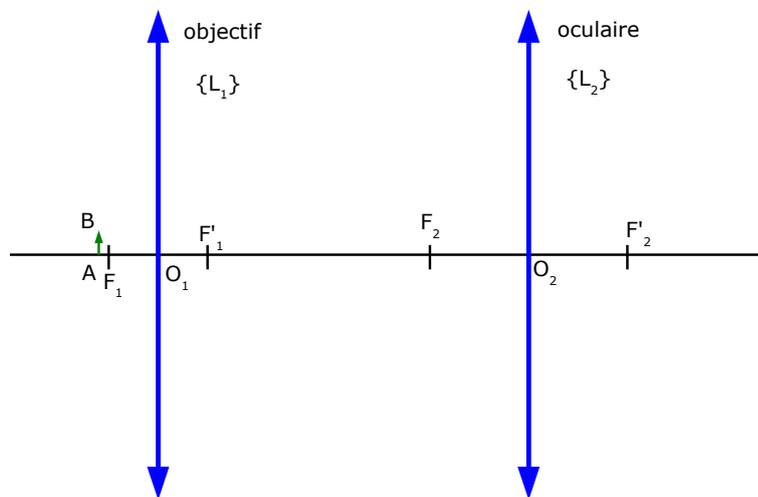
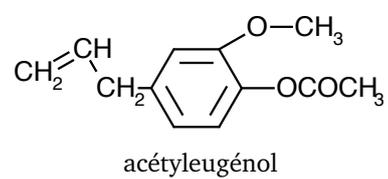
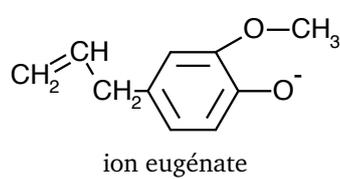
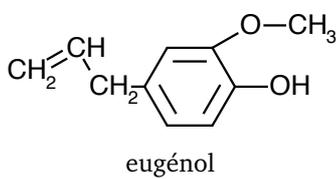
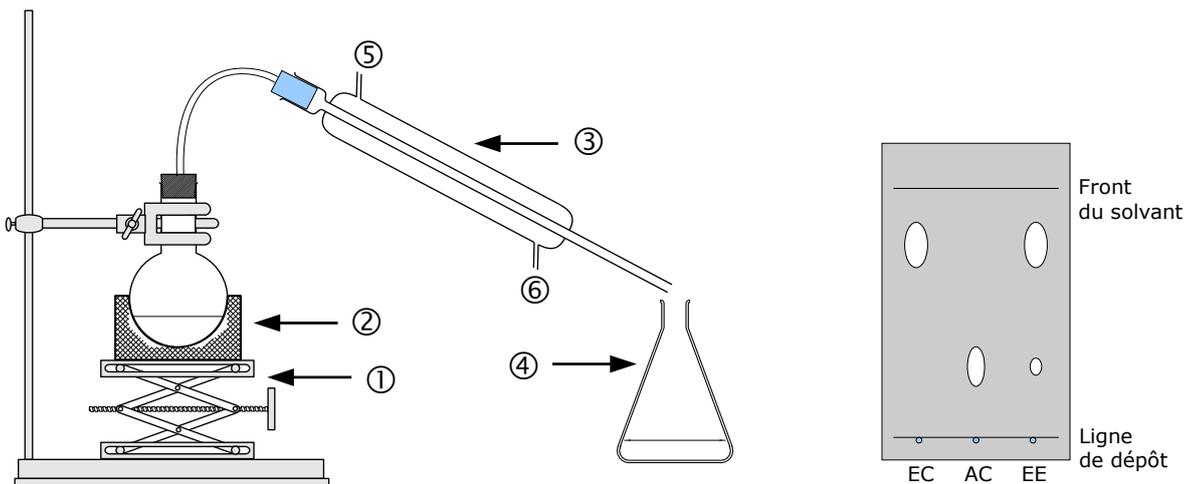
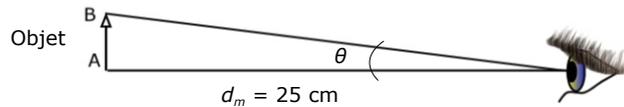


figure 2

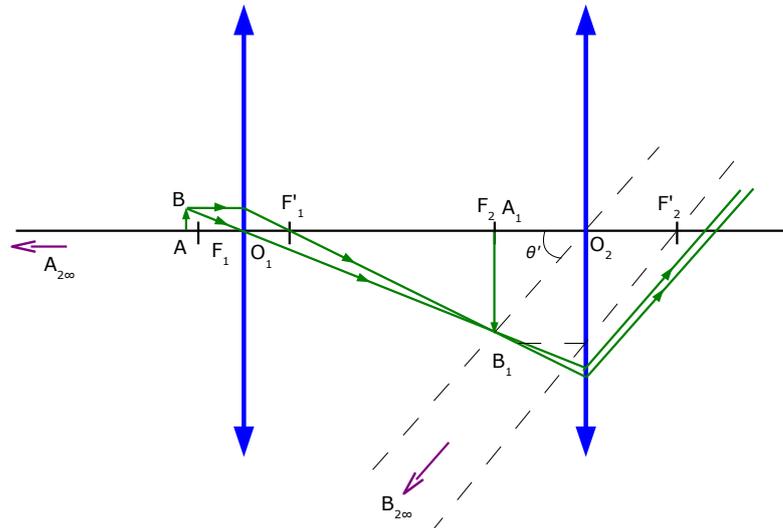


## 1 - OPTIQUE

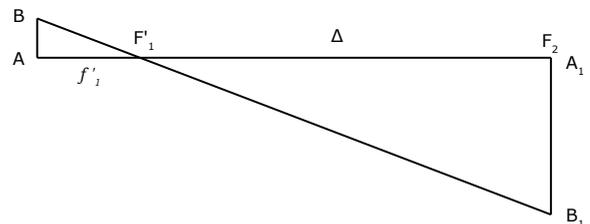
- Si l'image finale est à l'infini, l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire. Elle se trouve à 50 mm de l'oculaire donc  $\overline{O_1A_1} = 170$  mm.
  - Par application de la formule de conjugaison  $\frac{1}{\overline{O_1A_1'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{\overline{O_1F_1'}}$  nous obtenons  $\overline{O_1A} = -10,625$  mm  $\approx -10,63$  mm.
- L'écart est de 0,04 mm pour déplacer l'image de 25 cm à l'infini.
  - Cette faible valeur nécessite l'utilisation d'une vis micrométrique, le déplacement est de 40  $\mu$ m.
- Schéma :  $\tan \theta = \frac{AB}{d_m}$  soit  $\theta = \frac{0,8 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-2}}$  d'où  $\theta = 3,2 \times 10^{-6}$  rad.



- Les rayons qui émergent de l'oculaire sont parallèles et donc forment le même angle avec l'axe optique.



Cet angle a pour expression  $\theta' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$



En utilisant la relation entre les triangles dans la figure

nous obtenons la valeur de  $A_1B_1$  par  $\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{\Delta}{f_1'}$

Numériquement :  $A_1B_1 = \frac{160 \times 0,8 \times 10^{-6}}{10}$  soit  $A_1B_1 = 12,8 \times 10^{-6}$  m.

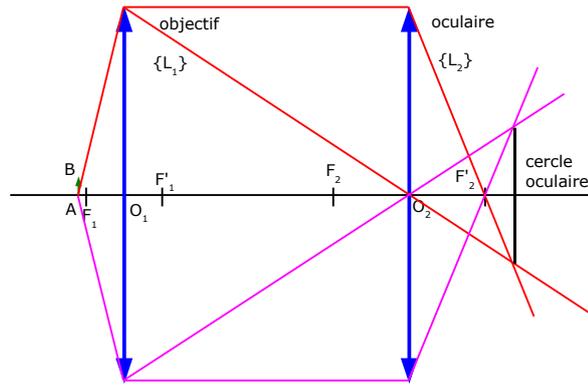
Calcul de  $\theta'$  :  $\theta' = \frac{12,8 \times 10^{-6}}{50 \times 10^{-3}}$  ce qui donne  $\theta' = 256 \times 10^{-6}$  rad ou  $\theta' = 2,56 \times 10^{-4}$  rad.

- Calcul du grossissement  $G = \frac{\theta'}{\theta} \Rightarrow G = \frac{256}{3,2} \Rightarrow \boxed{G = 80}$ .

**Vérification**  $G = |\gamma_1| \cdot G_2$  avec  $|\gamma_1| = \frac{O_1A_1}{O_1A} \Rightarrow |\gamma_1| = \frac{170}{10,63} = 16$

et  $G_2 = \frac{0,25}{f_2'}$   $\Rightarrow G_2 = 5$  d'où  $G = 5 \times 16 = 80$ .

#### 4. Le cercle oculaire



(a)

(b) Les rayons issus des points de l'objet observé passent tous par le cercle oculaire. Placer son œil à cet endroit permet de recevoir le maximum de lumière et d'observer l'image la plus lumineuse.

## 2 - CHIMIE

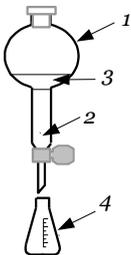
### Partie I - Première étape

1. C'est un montage d'hydrodistillation.
2. (1) est un élévateur, (2) un chauffe-ballon électrique, (3) un réfrigérant droit, (4) un erlenmeyer.
3. L'eau rentre par le (6) et sort par le (5). Cette verrerie permet de condenser les vapeurs d'eau.
4. La pierre ponce permet d'homogénéiser l'ébullition.

### Partie II - Deuxième étape

1. Équation de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau :  $\text{NaCl}_{(s)} \longrightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ .
2. L'eugénol et l'acétyl'eugénol sont très peu solubles dans de l'eau salée, l'ajout de sel permet leur extraction de l'eau.

### Partie III - Troisième étape : extraction liquide-liquide



(1) ampoule à décanter, (3) la phase organique (éther et huiles essentielles) de densité plus faible et non miscible avec l'eau, (2) la phase aqueuse, (4) l'erlenmeyer de récupération.

### Partie IV - Quatrième étape : séparation de l'eugénol et de l'acétyl'eugénol

1. Formule de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium :  $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)})$ .
2. L'acétyl'eugénol est peu soluble dans l'eau et ne réagit pas avec l'ion hydroxyde, il reste dans la phase organique.
3. Équation de la transformation de l'eugénol en eugénate :  $\text{R-OH} + \text{HO}^-_{(aq)} = \text{R-O}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$ .
4. Ajout de la solution d'acide chlorhydrique.
  - (a) Formule de la solution d'acide chlorhydrique :  $(\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)})$ .
  - (b) Réactions qui ont lieu dans le bécher :  
neutralisation de la base :  $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} = \text{H}_2\text{O}$ , transformation de l'eugénate en eugénol :  $\text{R-O}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} = \text{R-OH} + \text{H}_2\text{O}$
  - (c) Rôle de l'acide chlorhydrique : changer le pH du milieu afin de permettre la formation de l'eugénol qui est peu soluble dans l'eau.

### Partie V

Dans cette extraction, nous récupérerons la phase organique qui contient l'eugénol peu soluble dans l'eau.

### Partie VI

Nous trouvons dans l'eugénol extrait une tache à la même hauteur que l'eugénol commercial, il y a bien de l'eugénol dans notre extrait.

Nous observons une petite tache à la hauteur de l'acétyl'eugénol commercial, ce qui signifie que notre séparation n'est pas complète. Il faudrait refaire le processus de séparation plusieurs fois pour améliorer la séparation.