

**Compétences exigibles**

- Trouver la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  à laquelle une espèce absorbe seule et au maximum ;
- Réaliser une échelle de teinte ;
- Tracer une droite d'étalonnage, l'utiliser pour trouver la loi de Beer-Lambert ou pour une lecture graphique pour une espèce inconnue ;
- Dosage spectrophotométrique, c'est-à-dire toutes les étapes précédentes ;
- Réaliser un bilan de matière ou tableau d'avancement ;
- Déterminer si un mélange est stoechiométrique ;
- Trouver le réactif limitant.

## 1 Correction des exercices du chapitre 5

**Pigment ou colorant ?**

**5.1 N° 3 p. 80 – Safran**

1. **a.** Un colorant est une espèce en solution. On place la crocine dans l'eau, dans laquelle elle est très soluble.
- b.** Pour l'utiliser comme pigment, il faut que la crocine soit sous forme d'une poudre colorée qui ne se dissout pas dans le milieu dans lequel elle se trouve. Le plus simple semble de laisser les grains de pollen tels que, puisqu'ils sont d'une taille microscopique, mais en les recouvrant d'acrylique pour leur éviter de perdre leur couleur.
2. **a.** Si la molécule se dissout dans le milieu qu'elle colore, c'est un colorant ; sinon, c'est un pigment.
- b.** Voir réponse précédente.

**5.2 N° 4 p. 80 – Les anthocyanidines**

1. L'exemple du texte est la cyanidine, une molécule de la famille des anthocyanidines.
2. Rouge, bleue, violet.
3. La couleur dépend de l'acidité du milieu. On pourrait les utiliser comme papier-pH (il suffirait de faire sécher les fleurs).

**Couleur d'un mélange**

**5.3 N° 8 p. 81 – Absorption spectrum**

Traduction de l'énoncé dans la langue de Molière :

*L'azorubine, un colorant alimentaire, a le spectre d'absorption ci-dessous (voir le livre).*

1. *Quelle est la longueur d'onde des radiations principalement absorbées par cette solution ?*
2. *Quelle est la couleur absorbée ?*
3. *En déduire la couleur de la solution.*

Réponses :

1. Maximum d'absorbance dans le spectre :

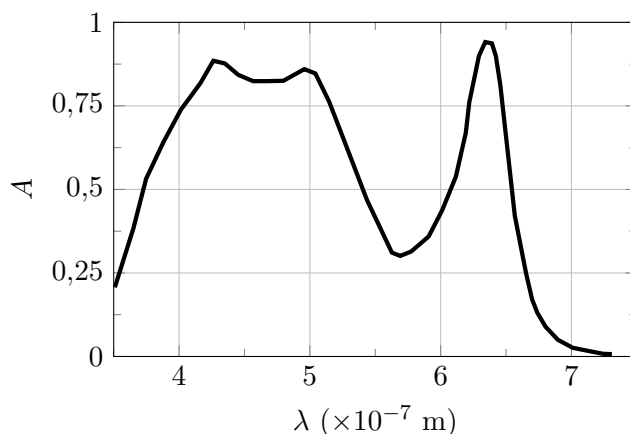
$$\lambda_{\max} = 520 \text{ nm}$$

2. La couleur verte est absorbée (il faut avoir un tableau de correspondance entre couleurs et longueur d'onde pour pouvoir répondre...).
3. La couleur complémentaire du vert est le magenta (il faut avoir une étoile chromatique). Donc le colorant est de couleur magenta.

**5.4 N° 17 p. 83 – Un colorant complexe**

1. **a.** Fraction 1 :  $\lambda_{\max} = 630 \text{ nm}$  ;  
 Fraction 2 :  $\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$  ;  
 Fraction 3 :  $\lambda_{\max} = 430 \text{ nm}$ .
- b.** Respectivement, rouge, vert et bleu.
2. Les fractions sont des couleurs complémentaires des couleurs absorbées. Respectivement, cyan, magenta et jaune.
3. Le spectre du colorant marron du bonbon sera une somme des trois spectres de chaque fraction. Il va donc présenter trois pics, aux trois longueurs d'onde auxquelles les fractions absorbent.

Spectre d'absorbance du colorant marron.



4. Plus l'affinité pour l'éluant est forte, plus la fraction est entraînée dans la colonne de chromatographie, et

donc plus elle va « sortir » vite. L'ordre croissant de l'affinité pour l'éluant est donc :

$$\text{fraction 3} < \text{fraction 2} < \text{fraction 1}$$

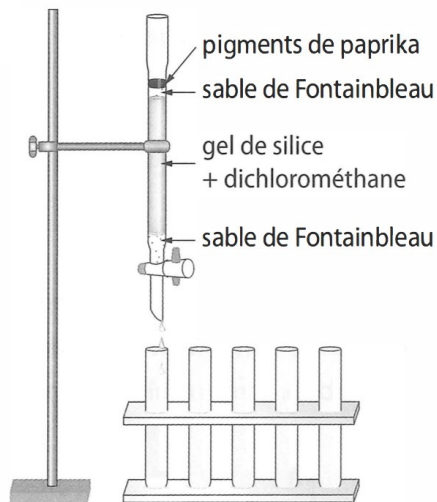
## Extractions

### 5.5 N° 13 p. 82 – QCM

- La chromatographie a pour but : **b.** d'identifier les constituants d'un mélange de substances colorées ; et **c.** de séparer les constituants d'un mélange de substances colorées.
- Dans une chromatographie sur couche mince : **b.** la phase fixe ne bouge pas.
- Dans une chromatographie sur colonne : **a.** l'éluant se déplace par gravité.

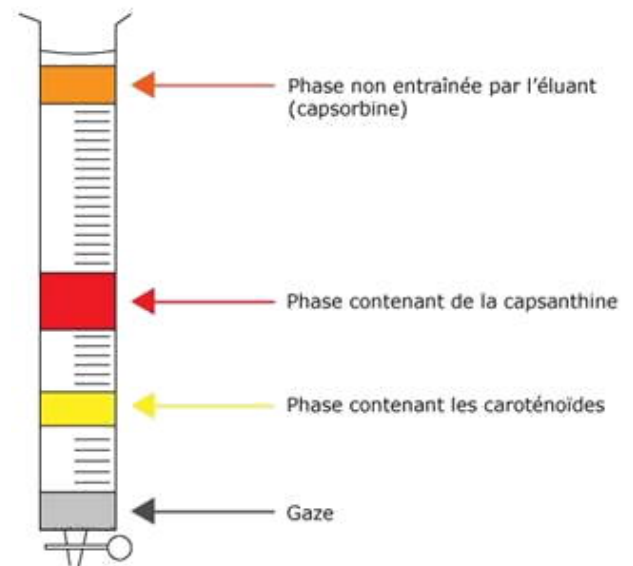
### 5.6 N° 16 p. 82 – Chromatographie du paprika

- Schéma annoté de la colonne de chromatographie :



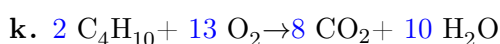
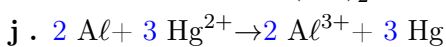
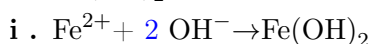
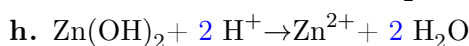
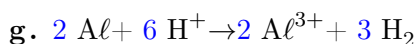
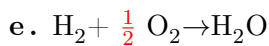
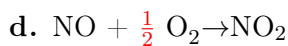
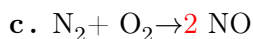
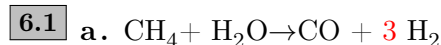
- Le dichlorométhane est la phase mobile ou éluant. Il va plus ou moins entraîner les constituants du mélange lors de l'éluion, c'est la migration.

- a.** Si le paprika est constitué de trois pigments, on doit voir trois disques colorés en cours d'éluion. Le  $\beta$ -carotène sera tout en bas de la colonne, l'ester gras de la capsanthine sera en milieu de colonne, et l'ester gras de la capsorbine, à l'affinité très faible pour le dichlorométhane, sera encore en haut de colonne.

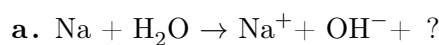


- b.** En fin d'éluion, seule restera en haut de colonne la phase non entraînée par le dichlorométhane (l'ester gras de capsorbine).

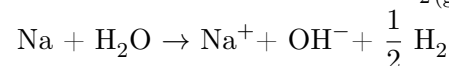
## 2 Correction des exercices du chapitre 6



### 6.2 Réaction entre le sodium & l'eau



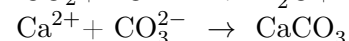
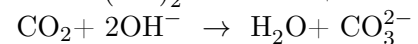
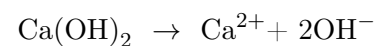
Les éléments Na et O sont équilibrés ; reste à équilibrer les H, en ajoutant le gaz  $\text{H}_2(\text{g})$  :



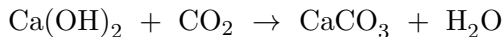
- b.** On présente une allumette enflammée, on constate une détonation spécifique.

### 6.3 Enduit à la chaux

- a.** Seule la première équation n'est pas équilibrée :



- b.** Les ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$ , carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{OH}^-$  se simplifient. Il reste :



- c. Cette équation est « automatiquement » équilibrée.
- d. La chaux est l'enduit du mur, le dioxyde de carbone provient de l'air ambiant.
- e. La chaux à l'intérieur du mur n'est pas en contact avec le dioxyde de carbone de l'air ambiant.
- f. Le calcaire tombe au sol, donc le mur ne change pas d'aspect.

#### 6.4 Feux de Bengale

- a. Quantité de chlorate de potassium  $\text{KCl}_{3(s)}$  :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{122,6}{39,1 + 3 \times 35,5} = 0,842 \text{ mol}$$

Quantité de soufre  $\text{S}_{(s)}$  :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{16,0}{32,1} = 0,498 \text{ mol}$$

Quantité de carbone  $\text{C}_{(s)}$  :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{18,0}{12,0} = 1,50 \text{ mol}$$

- b. Pour montrer qu'un mélange de réactifs est stoechiométrique, il faut diviser chaque quantité par le coefficient stoechiométrique correspondant :

$$\frac{n(\text{KCl}_3)}{2} = \frac{0,842}{2} = 0,421 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{S})}{1} = \frac{0,498}{1} = 0,498 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{C})}{3} = \frac{1,50}{3} = 0,500 \text{ mol}$$

On n'a pas égalité, le mélange n'est pas stoechiométrique, mais presque ! Il faudrait modifier légèrement

les quantités, pour avoir exactement 1 mole de chlorate de potassium, 0,5 mole de soufre et 1,5 mole de carbone.

L'avantage d'un mélange stoechiométrique est qu'il ne reste pas de réactifs, ce qui va limiter les cendres (d'autant qu'un seul produit est solide).

- c. On obtiendrait 0,5 mole de sulfure de potassium  $\text{K}_2\text{S}_{(s)}$ , 1,5 mole de dioxyde de carbone  $\text{CO}_{2(g)}$  et 0,5 mole de dichlore  $\text{Cl}_{2(g)}$ .
- d. Un récipient clos pourrait exploser en raison du grand volume de gaz produit.

#### 6.5 N° 10 p. 95 – Solution préparée

1. Rappel des formules pour calculer la concentration molaire  $c$  et la concentration massique  $c_m$  :

$$c = \frac{n}{V} \quad \text{et} \quad c_m = \frac{m}{V}$$

Or  $n = \frac{m}{M}$  donc  $c = \frac{c_m}{M}$ .

Application numérique :

$$c = \frac{0,050}{793} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. Loi de Beer-Lambert :  $A = k \cdot c$ . L'unité de  $k$  indique qu'il faut utiliser la concentration molaire  $c$ , donc :

$$k = \frac{A}{c} = \frac{0,597}{6,3 \times 10^{-5}} = 9,5 \times 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

#### 6.6 N° 11 p. 95 – Solution de diode

- 1. Lecture graphique :  $\lambda_{\text{max}} = 430 \text{ nm}$ .
- 2. Lecture graphique :  $A = 1,7$ .
- 3. Loi de Beer-Lambert :  $A = k \cdot c$ . Le point lu ici nous permet de trouver la constante de proportionnalité  $k$  :

$$k = \frac{A}{c} = \frac{1,7}{4,00 \times 10^{-3}} = 4,3 \times 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

### 3 Comment réaliser un dosage spectrophotométrique ?

Le dosage spectrophotométrique du sirop de menthe a été réalisé en travaux pratiques, chapitre 6 séance 1. Nous allons ici résumer les différentes étapes d'un tel dosage.

#### 3.1 Qu'est-ce qu'un dosage ?

..... une solution inconnue permet de déterminer la ..... qu'elle contient. Cela signifie « déterminer la dose » (sous-entendu, la « dose » qui va être utilisée dans une réaction chimique ou dans un médicament).

Remarque : si l'on connaît précisément le volume  $V$  de la

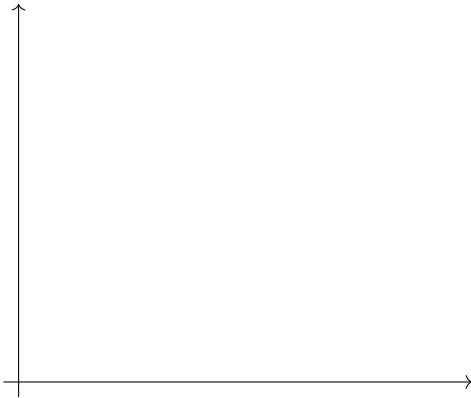
solution, par exemple le volume de la ..... , on peut déduire la quantité de matière  $n$  de la concentration  $c$  par la formule :

$$n = c \cdot V$$

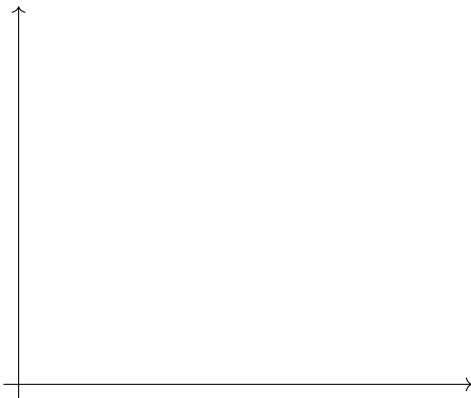
#### 3.2 Tout commence par le spectre

Il faut tout d'abord réaliser le spectre de la solution étudiée, contenant entre autres une espèce absorbant la

lumière.



Dans cette solution étudiée, on suspecte la présence d'une espèce chimique, dont on veut connaître la quantité. Il faut tracer le spectre de cette espèce seule, afin de trouver la position  $\lambda_{\max}$  d'un maximum d'absorbance :

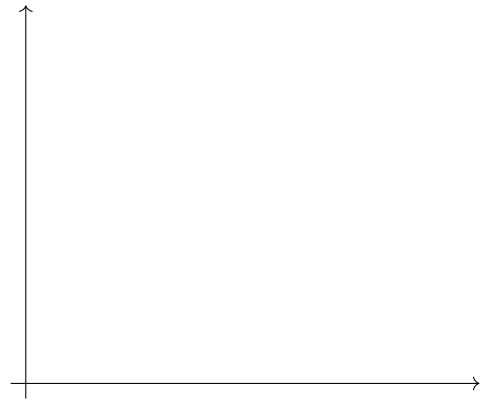


Il faut qu'à cette longueur d'onde, l'espèce considérée absorbe seule, et que cette absorbance soit significative (au mieux, maximale), pour une meilleure précision.

### 3.3 Le préliminaire de l'échelle de teinte

Si la valeur de la constante de proportionnalité  $k$  dans la loi de Beer-Lambert ..... n'est pas donnée, il faut réaliser une échelle de teinte avec l'espèce considérée.

Une fois cette échelle de teinte réalisée, il faut mesurer l'absorbance  $A$  pour chacune des solutions préparées, et tracer  $A$  en fonction de la concentration  $c$  des solutions de l'échelle de teinte préparés.



Si les solutions ne sont pas trop concentrées, la courbe  $A = f(c)$  est une droite passant par l'origine, conformément à la loi de Beer-Lambert ..... On trace alors une droite d'interpolation moyenne, passant par l'origine (point sûr) et au milieu des points.

### 3.4 Le test non destructif de la solution

Une fois l'échelle de teinte réalisée et la droite d'étalonnage tracé, il ne reste qu'à mesurer l'absorbance de la solution inconnue à l'aide du spectrophotomètre, pour en déduire sa concentration.

Pour cela on utilise la droite d'étalonnage. Cette droite permet :

- soit de trouver la pente  $k$  :

$$k =$$

et donc de retrouver la loi de Beer-Lambert ;

- soit de réaliser une lecture graphique à partir de l'absorbance  $A$  mesurée sur la solution inconnue.

## 4 Exercices du chapitre 6 (suite)

Dosage par étalonnage

**6.7** N° 15 p. 96 – Dosage du bleu de méthylène

**6.8** N° 20 p. 98 – Dosage d'un comprimé de fer