

Chimie

# Qu'est-ce qu'un dosage ?

Échantillon contenant plusieurs  
espèces chimiques dont  
**l'espèce chimique qui nous intéresse**

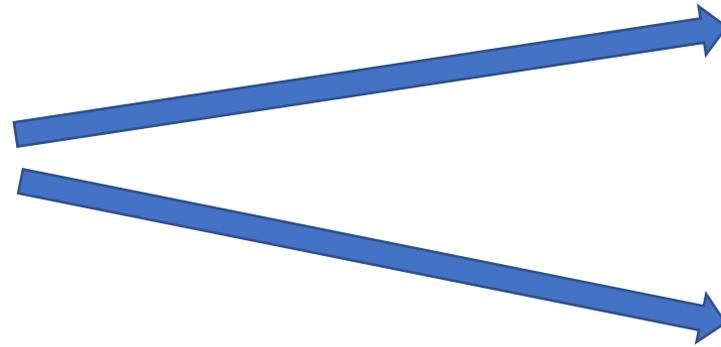
**DOSAGE**



**masse, quantité de matière, concentration**  
de cette espèce chimique dans l'échantillon.

# Les dosages à maîtriser

**Échantillon** contenant plusieurs  
espèces chimiques dont  
**l'espèce chimique qui nous intéresse**



Dosages par **étalonnage**

Dosages par **titrage direct**

# Dosages par étalonnage

Illustrons les connaissances et les compétences à maîtriser en s'inspirant de l'exercice III : **EN CAS D'EXPOSITION AU SOLEIL**

*Bac S septembre 2016 Métropole*

Dans cet exercice, on étudie une crème solaire contenant un filtre solaire pour nous protéger de certains UV.

# Dosages par étalonnage

- Composition de la crème solaire étudiée :  
Filtre solaire contenant du butyl-méthoxydibenzoylméthane.
- Données concernant le butyl-méthoxydibenzoylméthane :

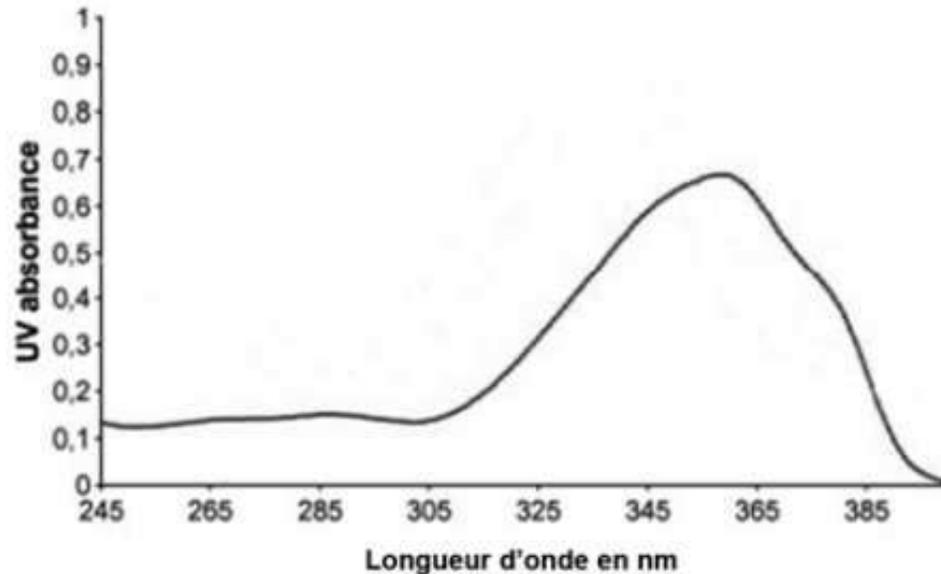


Figure 1. Spectre d'absorption du butyl-méthoxydibenzoylméthane.

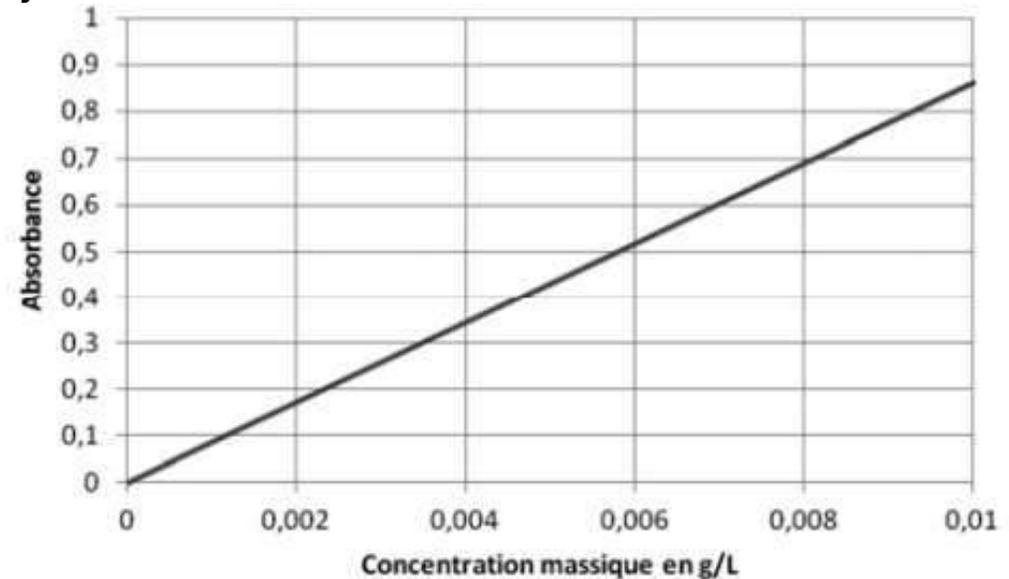


Figure 2. Absorbance à 360 nm d'une solution de butyl-méthoxydibenzoylméthane dans du méthanol en fonction de sa concentration massique.

1. Expliquer les différentes étapes pour obtenir la courbe de la figure 2.

# Dosages par étalonnage

1. Expliquer les différentes étapes pour obtenir la courbe de la figure 2.

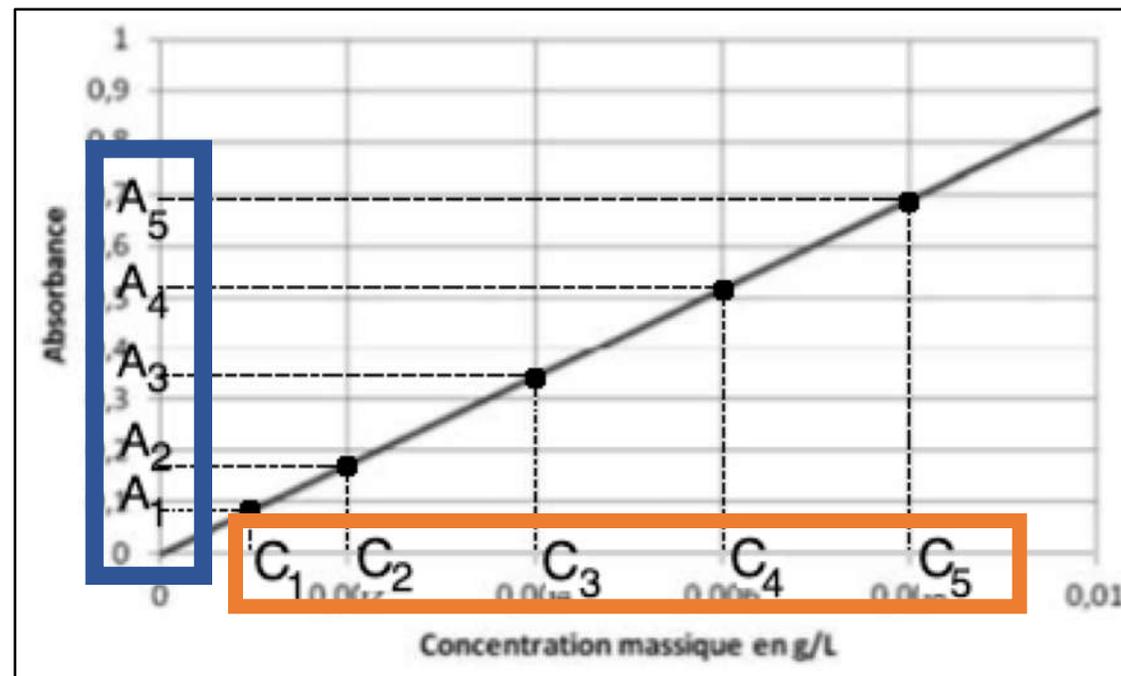
## Réponse à la question

1. Préparer les solutions étalons de **concentration C** connue en principe actif.

Dans les mêmes conditions, mesurer à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible réglé sur  $\lambda = 360 \text{ nm}$  l'**absorbance A** de ces solutions.

Tracer la **droite d'étalonnage**  $A = f(C)$  de la figure 2.

*Remarque : on n'oublie pas si on devait effectuer les mesures au laboratoire de faire le blanc, de travailler avec le même modèle de cuve, de travailler avec des solutions suffisamment diluées et à température constante.*



# Dosages par étalonnage

On mesure l'absorbance de solutions réalisées avec 0,20 g de crème solaire dissoute dans 1,0 L de solution de méthanol :

- l'absorbance de la crème à l'ouverture vaut 0,52
- l'absorbance de la crème ouverte depuis 9 mois vaut 0,43

On considère que l'absorption des espèces chimiques autres que le butyl-méthoxydibenzoylméthane est négligeable.

Le laboratoire considère qu'une quantité de matière en butyl-méthoxydibenzoylméthane inférieure à  $1,5 \cdot 10^{-5}$  mol dans 0,20 g de crème solaire n'est plus suffisante pour se protéger des UV.

Masse molaire du butyl-méthoxydibenzoylméthane :  $M = 310 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

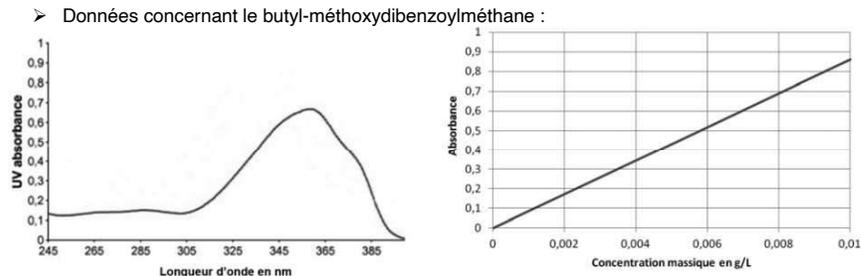
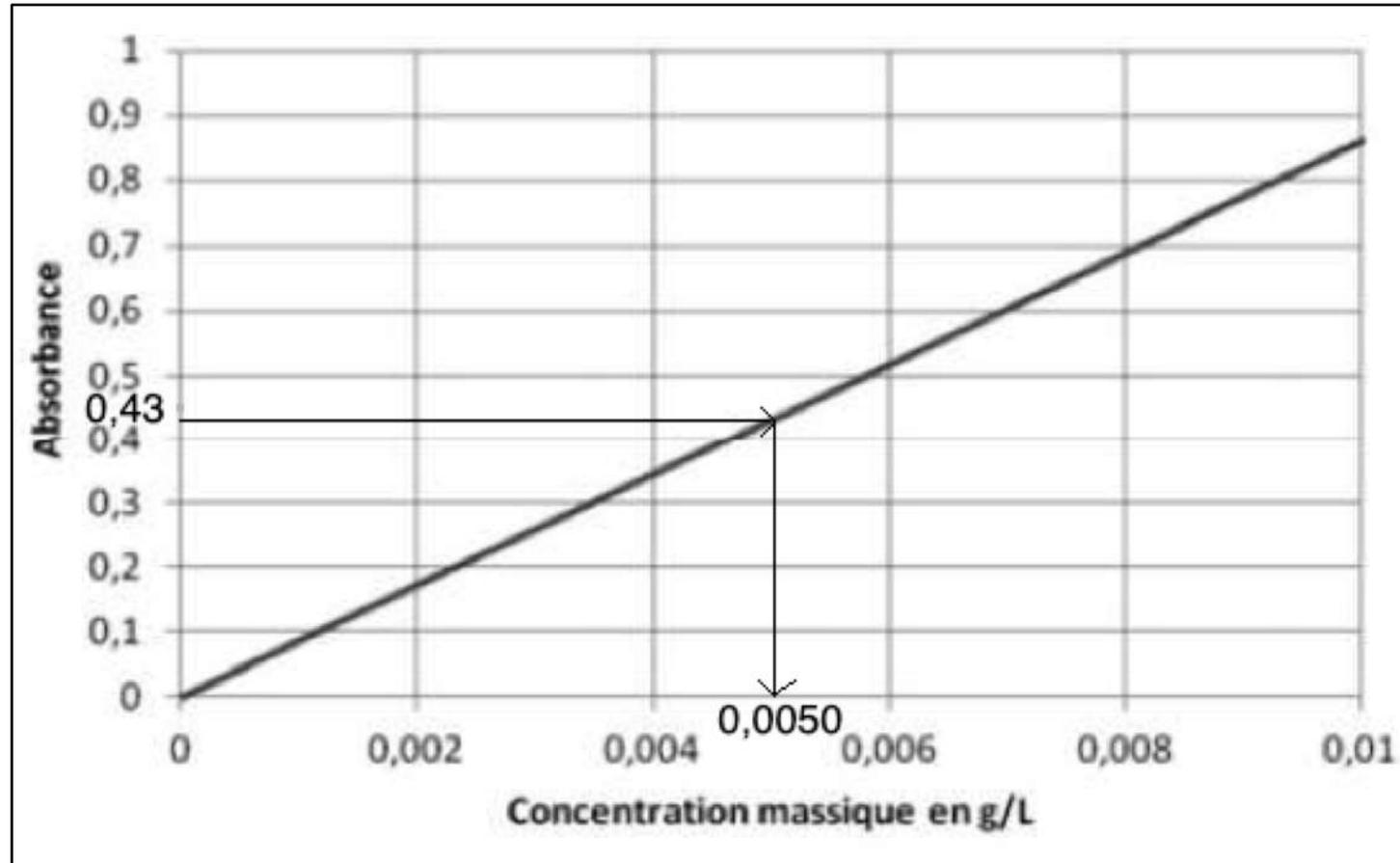


Figure 1. Spectre d'absorption du butyl-méthoxydibenzoylméthane.

Figure 2. Absorbance à 360 nm d'une solution de butyl-méthoxydibenzoylméthane dans du méthanol en fonction de sa concentration massique.

**2.** Il est indiqué sur le flacon de la crème solaire qu'au-delà de 9 mois après l'ouverture, la crème solaire n'est plus assez efficace. Vérifier cette affirmation.

# Dosages par étalonnage



# Dosages par étalonnage

2. Il est indiqué sur le flacon de la crème qu'au-delà de 9 mois après l'ouverture, la crème solaire n'est plus assez efficace. Vérifier cette affirmation.

## *Réponse à la question*

2. Au bout de 9 mois après l'ouverture, l'absorbance mesurée pour l'échantillon de 0,20 g de crème dissous dans 1,0 L de méthanol vaut  $A = 0,43$  ce qui correspond d'après la courbe d'étalonnage à une concentration massique en actif  $C_m = 0,0050 \text{ g.L}^{-1}$  or  $C = \frac{C_m}{M}$  donc  $C = \frac{0,0050}{310} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ . Dans 0,20 g de crème, la quantité de matière en principe actif restante vaut donc  $n = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ , valeur légèrement supérieure à  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ . Au bout de 9 mois après l'ouverture, la crème solaire est donc bientôt périmée comme indiqué sur le flacon.

# Dosages par étalonnage

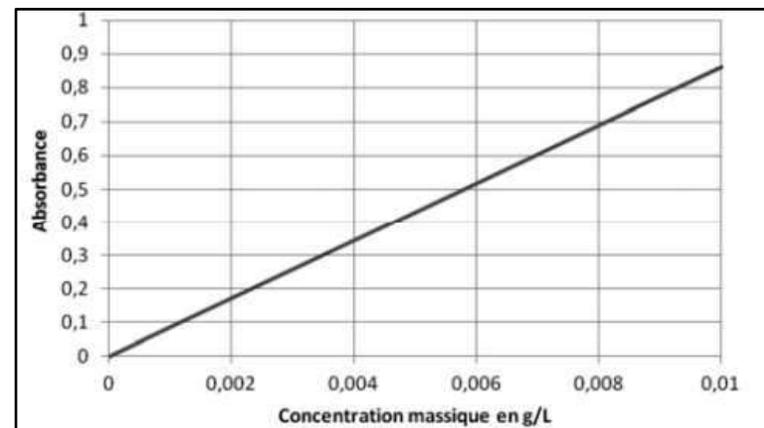
## Loi de Beer-Lambert :

Si une espèce chimique chimique absorbe dans le visible et/ou dans l'UV, alors **l'absorbance de la solution** notée **A** est **proportionnelle** à la **concentration** (molaire ou massique) notée **C** de l'espèce chimique.

$$\boxed{A = k \times C}$$
 avec k une constante

D'après cette loi, si on connaît  $A_1$ ,  $C_1$  et  $A_2$  alors **par proportionnalité** on détermine  $C_2$ .

*Remarque : on retrouve bien que  $A = f(C)$  est une droite passant par l'origine du repère.*



# Conclusion sur les dosages par étalonnage

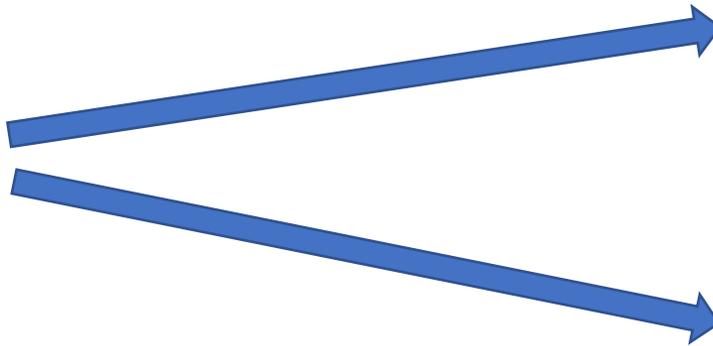
*Vous êtes :*

Capable de déterminer une concentration inconnue (donc d'en déduire une quantité de matière et une masse) d'une espèce chimique dans un échantillon de matière en exploitant une courbe d'étalonnage.

Cette méthode de dosage est non destructive.

# Les dosages à maîtriser

**Échantillon** contenant plusieurs  
espèces chimiques dont  
**l'espèce chimique qui nous intéresse**



Dosages par **étalonnage**

Dosages par **titrage direct**

# Dosages par titrage direct

Illustrons les connaissances et les compétences à maîtriser en s'inspirant de l'exercice I : **DU FROMAGE ET DU BEURRE**

*Bac S septembre 2017 Métropole*

Dans cet exercice, on cherche notamment si le beurre étudié est rance.

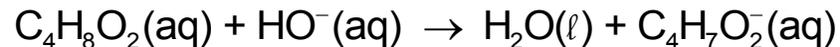
# Dosages par titrage direct

On peut titrer l'acide butanoïque contenu dans un beurre de la façon suivante. Dans un bécher, on introduit 8,0 g de beurre fondu auquel on ajoute un grand volume d'eau distillée. On agite afin de dissoudre dans l'eau la totalité de l'acide butanoïque présent dans le beurre.

Dans le bécher, on plonge la sonde d'un conductimètre, puis on verse, mL par mL, une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ) de concentration  $C = 4,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . Après chaque ajout de solution titrante, on mesure la conductivité  $\sigma$  de la solution dans le bécher.

On considère que seul l'acide butanoïque réagit avec le réactif titrant.

L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :



La courbe représentant les variations de la conductivité  $\sigma$  en fonction du volume  $V_b$  de solution d'hydroxyde de sodium versé est représentée sur la figure 1.

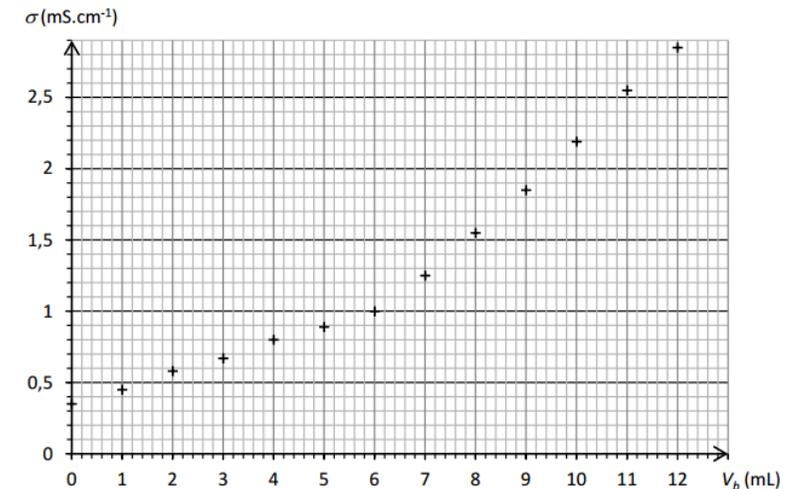


Figure 1. Titrage de l'acide butanoïque contenu dans 8,0 g de beurre par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire égale à  $4,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**3.1. Déterminer la valeur de la quantité de matière d'ions hydroxyde versée à l'équivalence.**

# Dosages par titrage direct

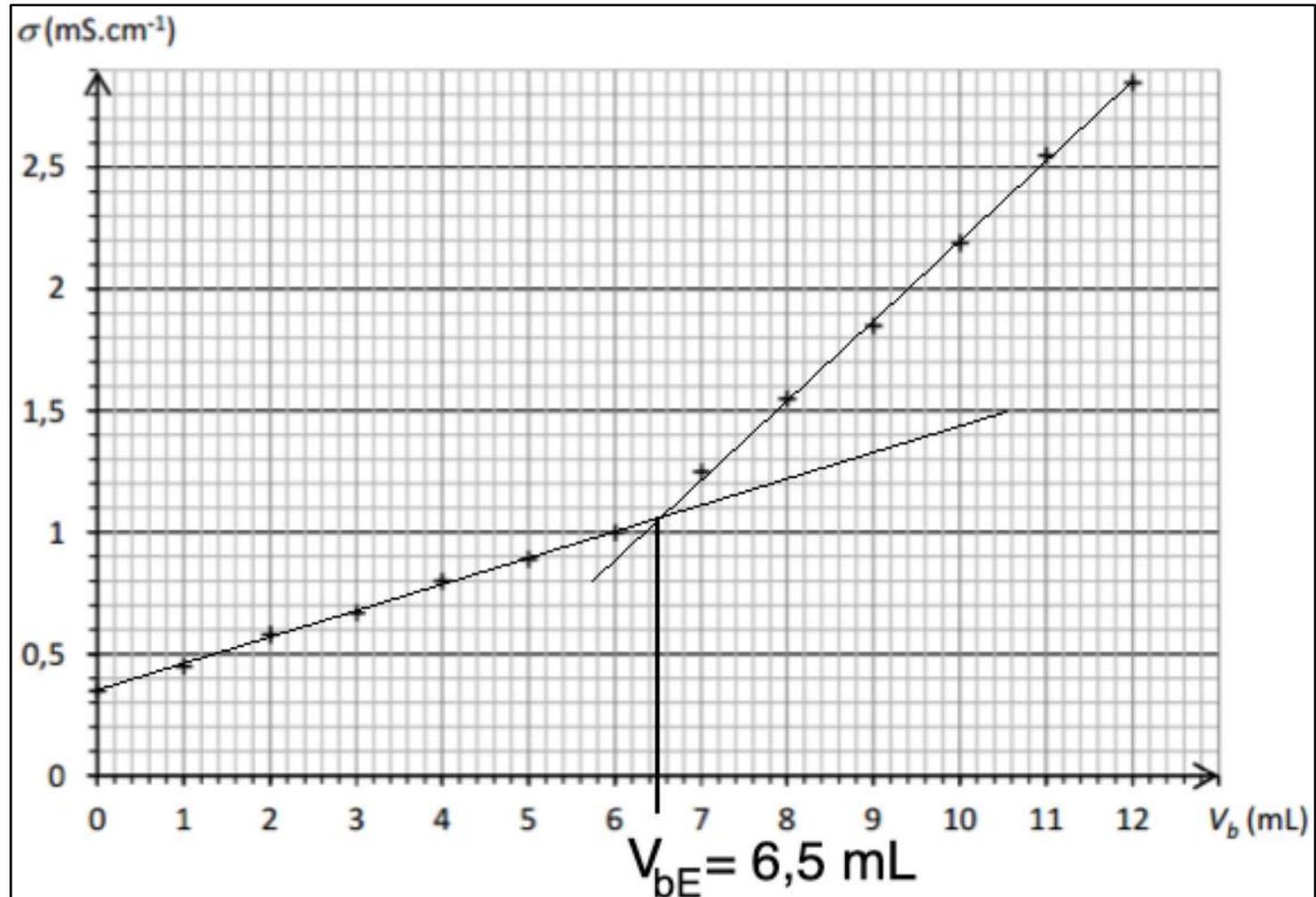


Figure 1. Titrage de l'acide butanoïque contenu dans 8,0 g de beurre par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire égale à  $4,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

# Dosages par titrage direct

**3.1.** Déterminer la valeur de la quantité de matière d'ions hydroxyde versée à l'équivalence.

## *Réponse à la question*

**3.1** Lors d'un titrage conductimétrique, l'équivalence se repère lors d'une rupture de la pente sur la courbe représentant la conductivité en fonction du volume de réactif titrant ajouté. Par lecture graphique, on trouve un volume de soude ajouté à l'équivalence  $V_{bE} = 6,5 \text{ mL}$  donc la quantité de matière d'ions hydroxyde versée à l'équivalence est donnée par la relation  $n_{\text{HO}^-,E} = C \times V_{bE}$  soit  $n_{\text{HO}^-,E} = 4,0 \cdot 10^{-1} \times 6,5 \cdot 10^{-3} = \underline{2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$ .

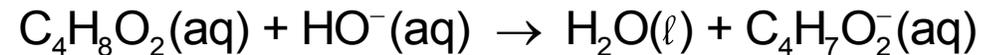
# Dosages par titrage direct

➤ masse molaire de l'acide butanoïque :  $M_2 = 88,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

Un beurre est rance si le pourcentage en masse d'acide butanoïque qu'il contient est supérieur ou égal à 4 %, c'est-à-dire qu'il y a plus de 4 g d'acide butanoïque dans 100 g de beurre.

On peut titrer l'acide butanoïque contenu dans un beurre de la façon suivante. Dans un bécher, on introduit 8,0 g de beurre fondu auquel on ajoute un grand volume d'eau distillée. On agite afin de dissoudre dans l'eau la totalité de l'acide butanoïque présent dans le beurre.

L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :



## 3.2. Le beurre analysé est-il rance ?

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

*La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.*

# Dosages par titrage direct

**3.2.** Le beurre analysé est-il rance ?

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

*La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.*

## **Réponse à la question**

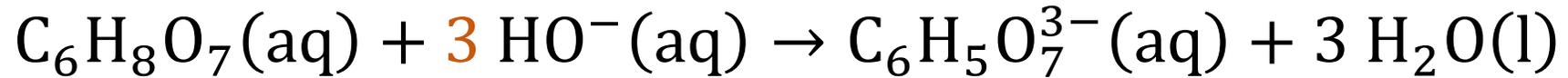
**3.2** À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc d'après la réaction support on a  $\frac{n_{\text{acide}}}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-, \text{E}}}{1}$  donc  $n_{\text{acide}} = 2,6 \cdot 10^{-3}$  mol.

Dans 8,0 g de beurre on a donc  $m_{\text{acide}} = n_{\text{acide}} \times M_2$  soit  $m_{\text{acide}} = 2,6 \cdot 10^{-3} \times 88,0 = 0,23$  g.

Ainsi, le pourcentage massique en acide butanoïque de ce beurre vaut  $\frac{0,23}{8,0} \times 100 = 2,9$  %, cette valeur étant inférieure à 4 %, le beurre étudié n'est pas rance.

# Dosages par titrage direct

Autre exemple pour bien comprendre:



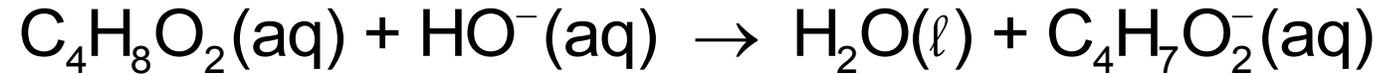
Titre

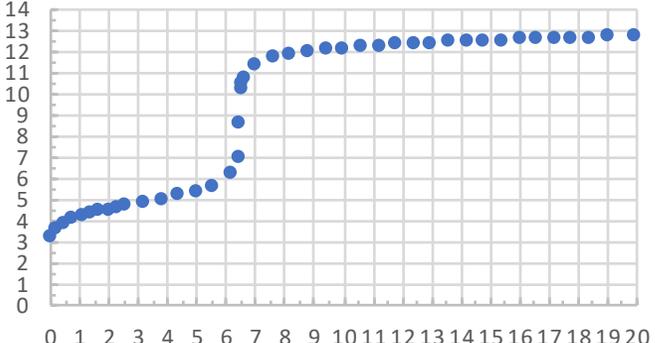
Titrant

Comme cette fois-ci **trois** équivalents d'ions  $\text{HO}^-$  vont réagir avec **un** équivalent de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , à l'équivalence, on a introduit **trois** fois plus en quantité de matière d'ions  $\text{HO}^-$  que de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , on peut donc écrire :

$$\frac{n_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7}}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-, \text{E}}}{3}$$

# Dosages par titrage direct



<b>Changement de couleur du milieu à l'équivalence</b>	<b>Variation brusque du pH à l'équivalence encore appelée « saut » de pH</b>
Utilisable ici avec un indicateur de fin de réaction	Utilisable ici car la réaction support fait varier le pH
Rouge de crésol (7,0 à 8,8)  <i>La zone de virage de l'indicateur doit contenir le pH à l'équivalence</i>	 <p><math>\text{pH}_E = 8,5</math></p>

# Conclusion sur les dosages par titrage direct

*Vous êtes :*

Capable de déterminer une quantité de matière inconnue (donc d'en déduire une concentration et une masse) d'une espèce chimique dans un échantillon de matière en utilisant une réaction chimique.

Cette méthode de dosage est destructive.