EXERCICE A : TRAITEMENT ANTI-ACARIEN (5 points)

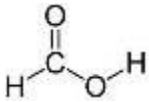
Mots-clés : *couple acide-base, titrage suivi par spectrophotométrie, spectroscopie infrarouge*.

Le varroa (destructor) est un acarien qui parasite les abeilles et entraîne la destruction de très nombreuses colonies d'abeilles dans le monde.
L'utilisation d'un diffuseur contenant une solution d'acide méthanoïque permet de l'éradiquer.
Cet exercice porte sur l'étude de quelques propriétés de l'acide méthanoïque, puis sur la détermination de la concentration en acide méthanoïque d'une solution commerciale pour la comparer à l'indication donnée par le fabricant : solution aqueuse contenant 65,0 g d'acide méthanoïque pour 100 mL de solution.



Source https://www.inrae.fr

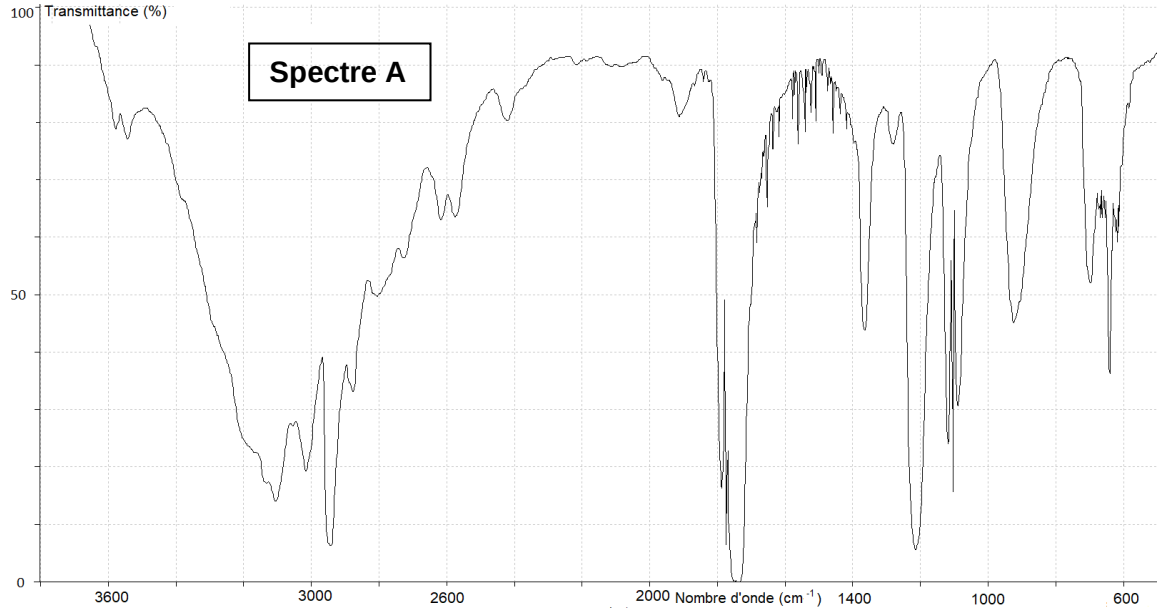
Données :

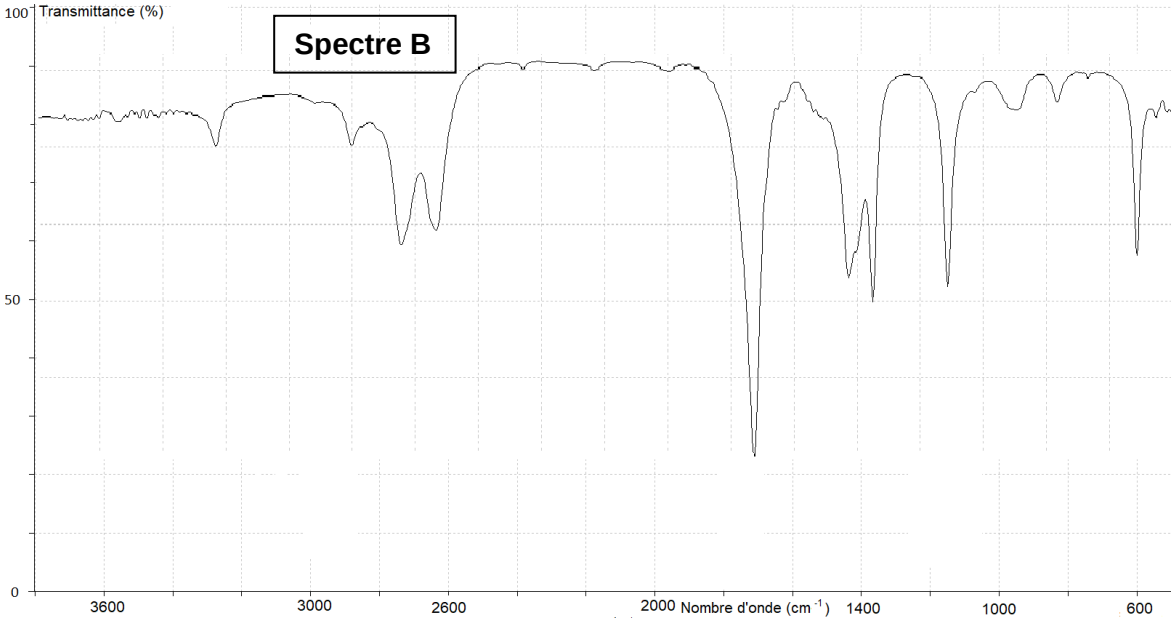
- Formule développée de l'acide méthanoïque : 
- Masse molaire moléculaire de l'acide méthanoïque : $M = 46{,}0\ \text{g·mol}^{-1}$.
- pK_A, à 25 °C, du couple **acide méthanoïque** / **ion méthanoate** : 3,8.
- Extrait de table de spectroscopie infrarouge :

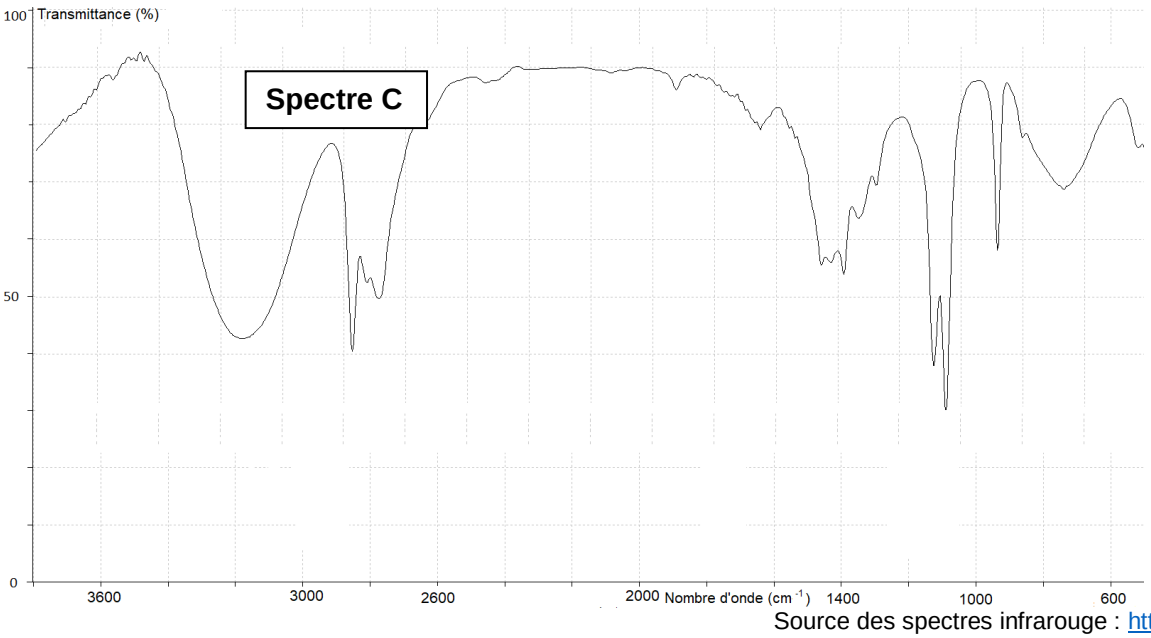
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Caractéristiques de la bande d'absorption
O – H alcool	3200 – 3700	forte, large
O – H acide carboxylique	2600 – 3200	forte à moyenne, large
C – H	2800 – 3100	forte ou moyenne
C = O	1650 – 1740	forte, fine

Propriétés de l'acide méthanoïque

1. Citer la définition d'un acide selon la théorie de Brönsted et donner les noms de deux acides usuels.
2. Donner la formule de l'ion méthanoate, base conjuguée de l'acide méthanoïque.
3. Représenter le diagramme de prédominance de l'acide méthanoïque et de sa base conjuguée. Justifier.
4. Parmi les trois spectres infrarouge **A**, **B** et **C** ci-après, identifier celui pouvant être attribué à l'acide méthanoïque. Justifier la réponse.







Source des spectres infrarouge : http://www.sciences-edu.net

Titrage de l'acide méthanoïque contenu dans la solution commerciale de traitement anti-acarien

Un titrage de l'acide méthanoïque contenu dans une solution commerciale de traitement anti-acarien par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est réalisé en mettant en œuvre le protocole suivant.

Protocole du titrage :

- Diluer 1 000 fois la solution commerciale.
- Prélever un volume V_a = 20,0 mL de la solution diluée S_a de concentration C_0.
- Titrer le prélèvement par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$ + $HO^-(aq)$) de concentration $C_b = 2{,}00\times10^{-2}$ mol·L^{-1}. Le suivi du titrage est effectué par pH-métrie.
- Utiliser un tableur-grapheur dans lequel sont entrées les différentes valeurs du pH mesurées en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium ajoutée.

La courbe de titrage $pH = f(V)$, ainsi que la courbe $\frac{dpH}{dV_b} = g(V)$ obtenues à l'aide des données du tableur-grapheur sont présentées sur la **figure 1**

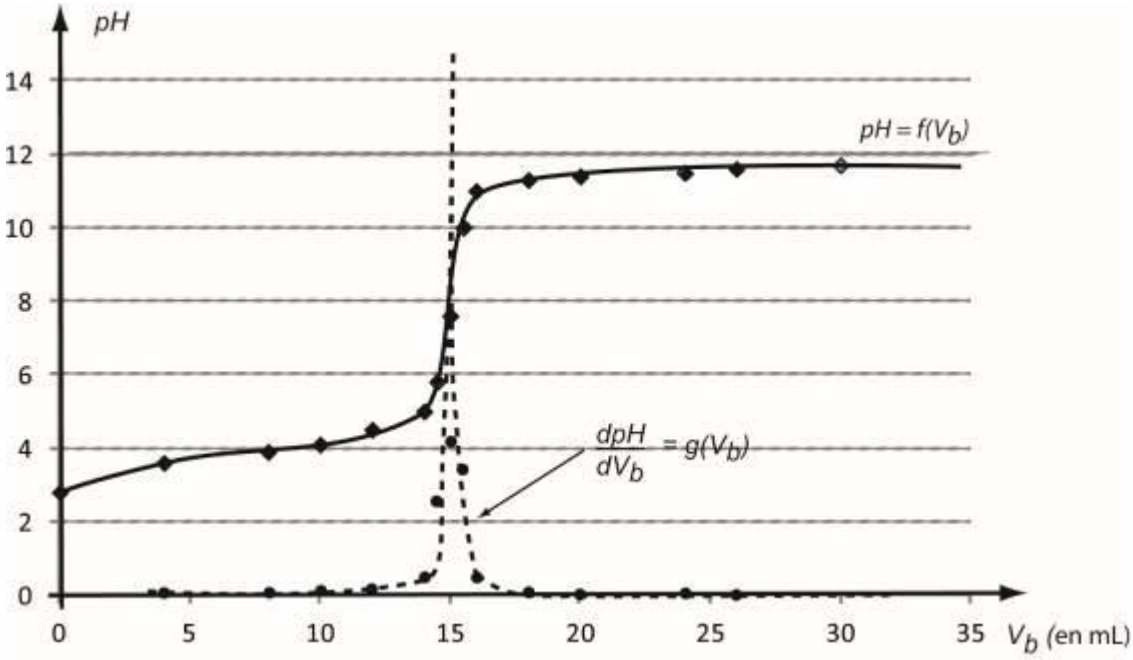


figure 1 – Courbes de suivi du titrage de l'acide méthanoïque par l'hydroxyde de sodium

5. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour réaliser le titrage.

6. Écrire, en la justifiant, l'équation de la réaction support du titrage.

7. Montrer que la concentration d'acide méthanoïque de la solution diluée déterminée expérimentalement est égale à $C_0 = 15{,}0\times10^{-3}$ mol·L^{-1}.

Dans les conditions de l'expérience, les incertitudes-type sur la concentration C_b et sur les volumes V_a, $V_{éq}$ (volume à l'équivalence) sont les suivantes :

$$u(C_b) = 0{,}02\times10^{-2}\ \text{mol·L}^{-1} \qquad u(V_a) = 0{,}2\ \text{mL} \qquad u(V_{éq}) = 0{,}5\ \text{mL}$$

L'incertitude-type sur la concentration C_0 d'acide méthanoïque dans la solution diluée est déterminée à partir des valeurs et incertitudes-type sur C_a, V_a et $V_{éq}$ à partir de l'expression suivante :

$$u(C_0) = C_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{u(C_b)}{C_b}\right)^2 + \left(\frac{u(V_a)}{V_a}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{éq})}{V_{éq}}\right)^2}$$

8. Écrire le résultat de la mesure de la concentration expérimentale C de la solution commerciale assortie de son incertitude, sachant que dans les conditions expérimentales :

$$\frac{u(C)}{C} = \frac{u(C_0)}{C_0}$$

9. Confronter la concentration C obtenue expérimentalement à la concentration indiquée par le fabriquant C_{fab} en calculant le quotient ci-dessous. Conclure.

$$\frac{|C - C_{fab}|}{u(C)}$$