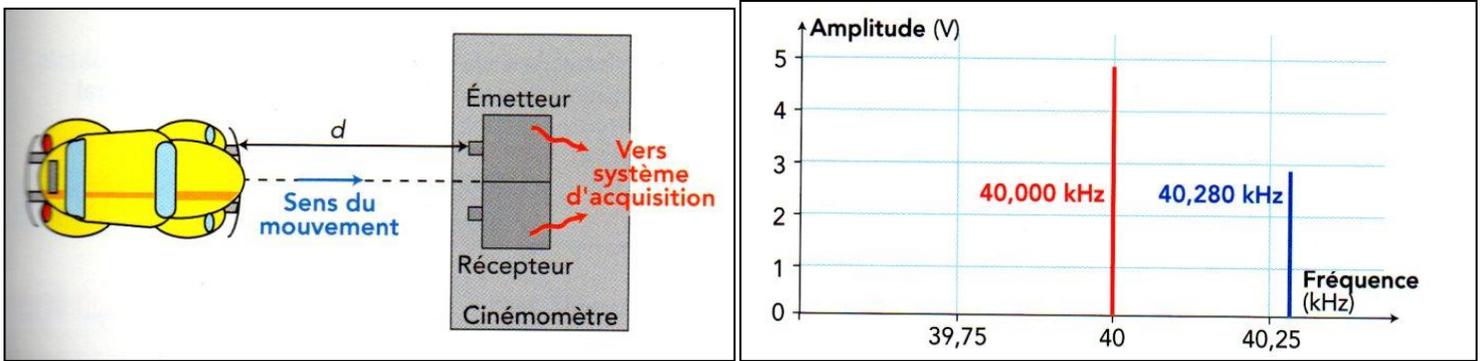


**I. Contrôle de vitesse (3 points)**

- Le cinémomètre Mesta 208 ® est utilisé afin de contrôler par effet Doppler la valeur de la vitesse instantanée des véhicules automobiles.
- Un élève cherche à modéliser le principe de mesure. Il dispose d'un émetteur et d'un récepteur d'ondes ultrasonores, ainsi que d'un véhicule jouet pouvant se déplacer à vitesse constante. La situation est représentée ci-dessous à gauche.



- 1) Quelle propriété des ondes vue en seconde cette expérience utilise-t-elle ?
  - On note  $f_E$  la fréquence de l'onde émise et  $f_R$  celle de l'onde reçue par le récepteur.
- 2) A partir du schéma ci-dessus à gauche, la fréquence  $f_E$  est-elle supérieure ou inférieure à la fréquence  $f_R$  ? Justifier votre réponse.
- 3) On réalise l'acquisition informatisée des signaux émis et reçus. Le logiciel permet de repérer les fréquences de chacun des signaux. Voir le document ci-dessus à droite. Déterminer les fréquences  $f_E$  et  $f_R$ .
- La célérité des ondes ultrasonores  $c$  est égale à  $340 \text{ m.s}^{-1}$ . On propose deux relations permettant de calculer la vitesse  $v$  du véhicule, mesurée par rapport au sol et telle que  $v \ll c$  ( $v$  très inférieure à  $c$ ).

$f_E = f_R \times (1 - \frac{2v}{c})$	$f_E = f_R \times (1 + \frac{2v}{c})$
---------------------------------------	---------------------------------------

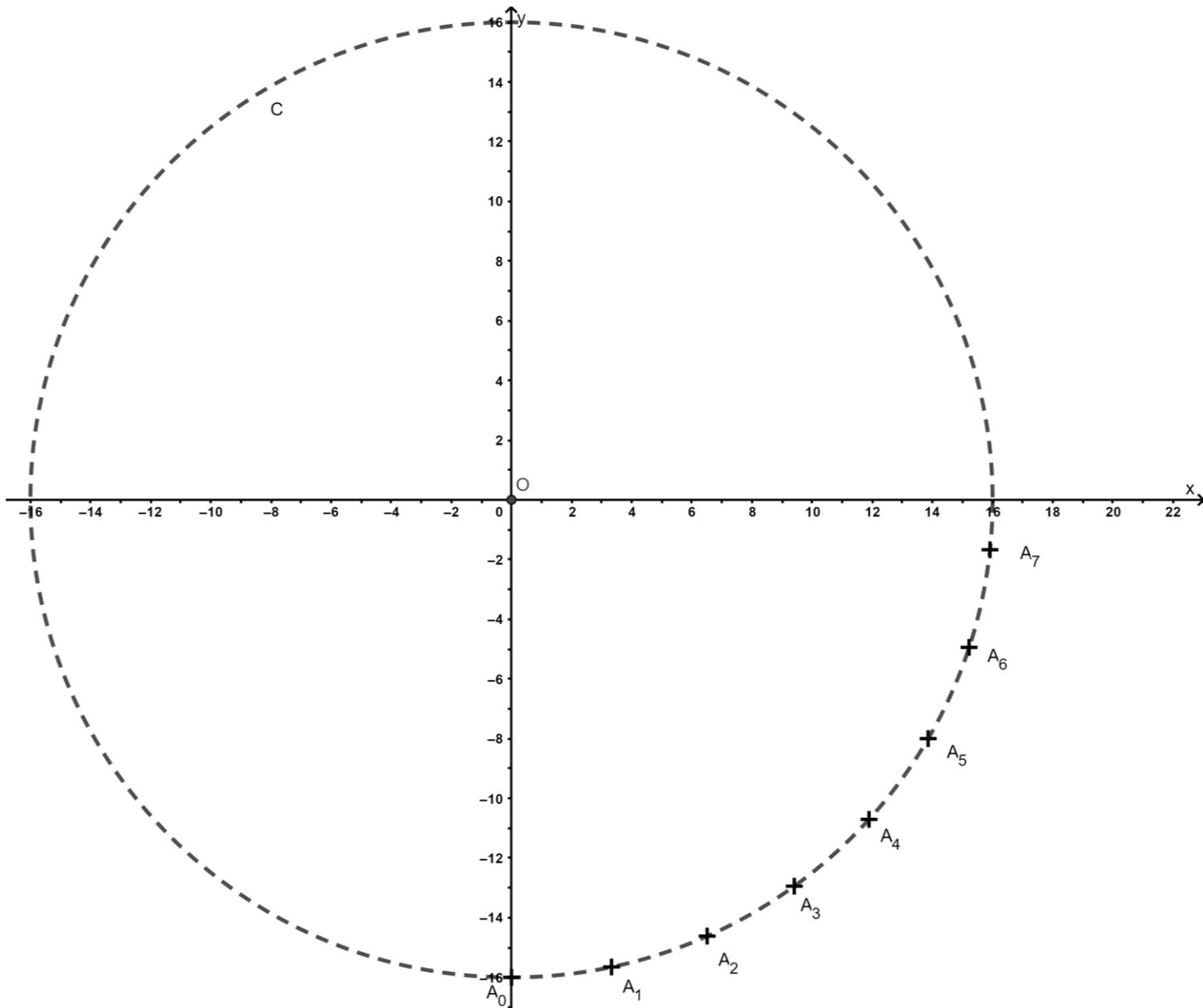
- 4) D'où vient le nombre 2 dans les expressions de la fréquence  $f_E$  ? Aucun calcul n'est demandé.
- 5) Calculer la vitesse  $v$  du véhicule. Une expression littérale est attendue avant l'application numérique. Justifier le choix de la relation utilisée qui doit être en cohérence avec la réponse de la question 2).

**II. La grande roue à Rennes (6,5 points)**

- Sur le marché de Noël de Rennes, une grande roue a été installée mail François Mitterrand.
  - A partir des images d'une vidéo, un point de la nacelle a été repéré à intervalles de temps réguliers  $\tau = 14 \text{ s}$ . Voir le document **page 2**.
  - Le repère indiqué (Oxy) est gradué en mètres. Le point O correspond au centre de la grande roue.
- 1) Préciser le référentiel adéquat pour étudier le mouvement de la grande roue.
  - 2) D'après l'enregistrement **page 2**, quelle est la nature du mouvement de la nacelle ? Justifier votre réponse.
  - 3) A quelle hauteur maximale par rapport au sol peut-on admirer la ville de Rennes ? Le point le plus bas de la nacelle est à environ 1 m du sol.



- 4) Calculer la vitesse moyenne  $v_2$  et  $v_4$  au point respectif  $A_2$  et  $A_4$ . Tracer ci-dessous les vecteurs vitesses  $\vec{v}_2$  et  $\vec{v}_4$  en précisant l'échelle de représentation (de la forme  $1 \text{ cm pour } a \times 10^n \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  avec  $a = 1$  ou  $2$  ou  $5$  et  $n$  entier relatif).
- 5) Construire le vecteur variation de vitesse  $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$  au point  $A_3$ . En déduire la valeur (ou norme)  $\Delta v_3$  de ce vecteur  $\Delta\vec{v}_3$ .
- 6) En détaillant votre raisonnement et vos calculs, déterminer les caractéristiques (direction, sens, valeur) du vecteur accélération  $\vec{a}_3$  au point  $A_3$ .
- 7) Calculer la durée  $T$  en minutes pour faire un tour. On supposera que le mouvement reste identique par la suite.



### III. D'une odeur âcre à une odeur fruitée (10,5 points)

- Les esters ont souvent une odeur agréable. On les trouve naturellement dans les fruits dont ils sont souvent responsables de l'arôme. La parfumerie et l'industrie alimentaire utilisent aussi les esters et les obtiennent par extraction ou par synthèse.

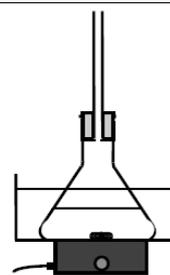
Ester	Odeur
méthanoate d'éthyle	fruitée
méthanoate de butyle	fruitée
éthanoate de méthyle	fruitée
éthanoate de propyle	poire

Ester	Odeur
éthanoate de butyle	pomme
éthanoate d'octyle	orange
propanoate d'éthyle	fraise
butanoate d'éthyle	ananas

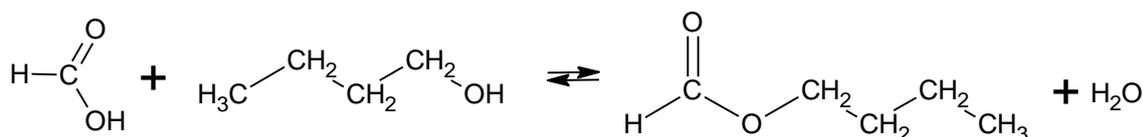
- De tous temps, certains « nez » éduqués ont été capables de distinguer des odeurs très voisines et d'identifier ainsi des esters. De nos jours, les espèces organiques peuvent être identifiées par des méthodes spectroscopiques (infrarouge, résonance magnétique nucléaire, etc.).
- Il est relativement aisé de passer d'un produit ayant une odeur âcre, comme l'acide formique, à l'odeur fruitée d'un ester. C'est ce qu'illustre le protocole décrit ci-après de la synthèse du méthanoate de butyle à partir de l'acide formique.

### Protocole

➤ Préparer un bain-marie à une température d'environ 50 °C. Sous la hotte, verser dans un erlenmeyer 7,5 mL d'acide formique, puis 18,0 mL de butan-1-ol, ajouter 3 gouttes d'acide sulfurique concentré. Surmonter l'erlenmeyer contenant le mélange d'un réfrigérant à air, le placer dans le bain-marie et assurer une agitation douce.



- L'équation de la réaction de synthèse est :



acide formique

butan-1-ol

méthanoate de butyle

eau

- On se propose d'étudier les caractéristiques de la synthèse du méthanoate de butyle à partir de l'acide formique puis d'identifier des esters.

### 1. Réaction de synthèse du méthanoate de butyle et son mécanisme

- Quel est le nom en nomenclature officielle de l'acide formique ?
- Recopier l'équation de la réaction de synthèse étudiée en utilisant une écriture topologique. Encadrer les groupes caractéristiques et nommer les fonctions correspondantes.

### 2. Optimisation du protocole de synthèse

- Démontrer que le mélange de réactifs dans le protocole décrit est bien stœchiométrique en déterminant la quantité de matière de chaque réactif.

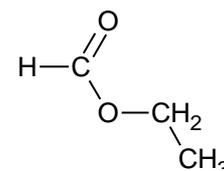
➤ Données :

Espèce chimique	Masse molaire moléculaire	masse volumique
acide formique	$M_1 = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\rho_1 = 1,22 \text{ g.mL}^{-1}$
butan-1-ol	$M_2 = 74,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\rho_2 = 0,81 \text{ g.mL}^{-1}$

- Identifier dans le **document 1 page 4**, la courbe correspondant au protocole décrit. Justifier.
- Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  puis déterminer celui-ci à l'aide de la courbe choisie à la question précédente.
- Après avoir rappelé les facteurs cinétiques possibles, effectuer une analyse détaillée de l'influence des conditions expérimentales sur la synthèse du méthanoate de butyle.

### 3. Identification d'esters

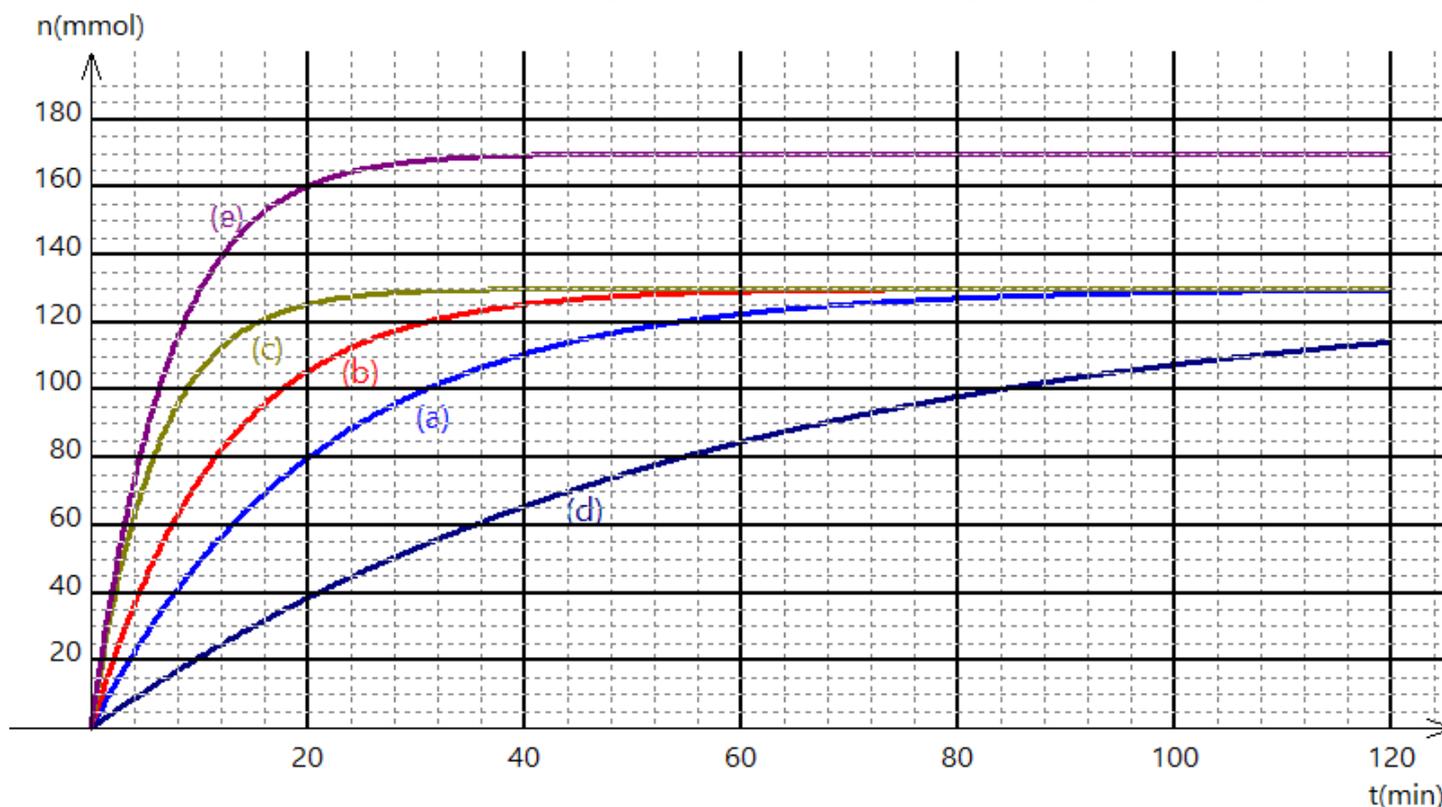
- La distinction des esters par l'odeur peut être incertaine, en particulier dans le cas du méthanoate d'éthyle et de l'éthanoate de méthyle.
- La formule semi-développée du méthanoate d'éthyle est ci-contre.



- Indiquer la formule semi-développée de l'éthanoate de méthyle.
- La spectroscopie IR permet-elle de distinguer l'éthanoate de méthyle du méthanoate d'éthyle ? Justifier.
- Associer chacun des spectres du **document 2 page 4** à l'ester correspondant. Justifier chacun de signaux et leur multiplicité.

## Document 1 : Etude expérimentale de la synthèse du méthanoate de butyle

- Pour optimiser cette synthèse, des études expérimentales sont menées dans différentes conditions. La quantité initiale de butan-1-ol utilisée est celle du protocole. Les résultats sont représentés par les graphiques ci-dessous :



- Courbe (a) : 50°C sans ajout d'acide sulfurique. Réactifs en proportions stœchiométriques.
- Courbe (b) : 20°C avec ajout d'acide sulfurique. Réactifs en proportions stœchiométriques.
- Courbe (c) : 50°C avec ajout d'acide sulfurique. Réactifs en proportions stœchiométriques.
- Courbe (d) : 20°C sans ajout d'acide sulfurique. Réactifs en proportions stœchiométriques.
- Courbe (e) : 20 °C sans ajout d'acide sulfurique. Acide formique en excès.

## Document 2 : Spectres de RMN du proton de l'éthanoate de méthyle et du méthanoate d'éthyle

