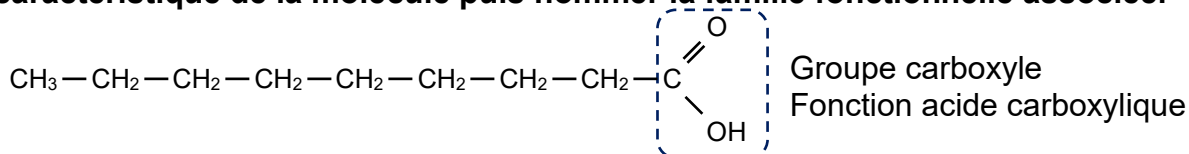
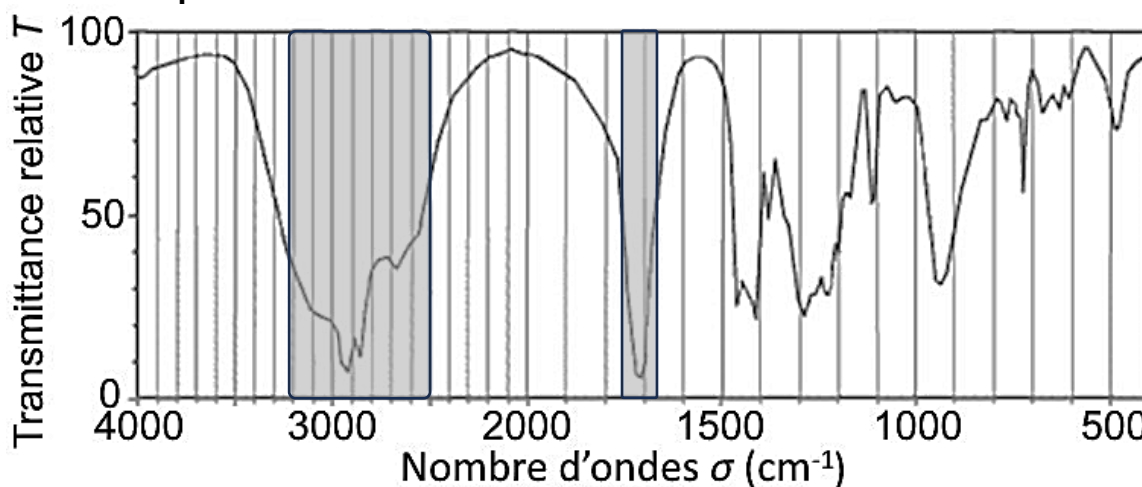


1. Identification de la substance active du désherbant

Q.1. Écrire la formule semi-développée de l'acide nonanoïque. Entourer le groupe caractéristique de la molécule puis nommer la famille fonctionnelle associée.



Q.2. Justifier que le spectre de l'échantillon peut correspondre à celui de l'acide nonanoïque.



Le spectre IR présente :

- Une bande forte et large entre 2500 et 3200 cm^{-1} caractéristique de la liaison O – H de cet acide carboxylique ;
- Une bande forte et fine entre 1680 et 1710 cm^{-1} caractéristique de la liaison C = O de l'acide carboxylique.

Les deux liaisons O – H et C = O appartiennent bien au groupe carboxyle.

Le spectre de l'échantillon peut correspondre à celui de l'acide nonanoïque.

2. Dosage de l'espèce chimique active du désherbant

Q.3. Sélectionner, parmi la verrerie disponible, celle qui est à utiliser pour effectuer la dilution de la solution commerciale nonanoïque. Justifier la réponse.

La solution commerciale est diluée **10 fois**.

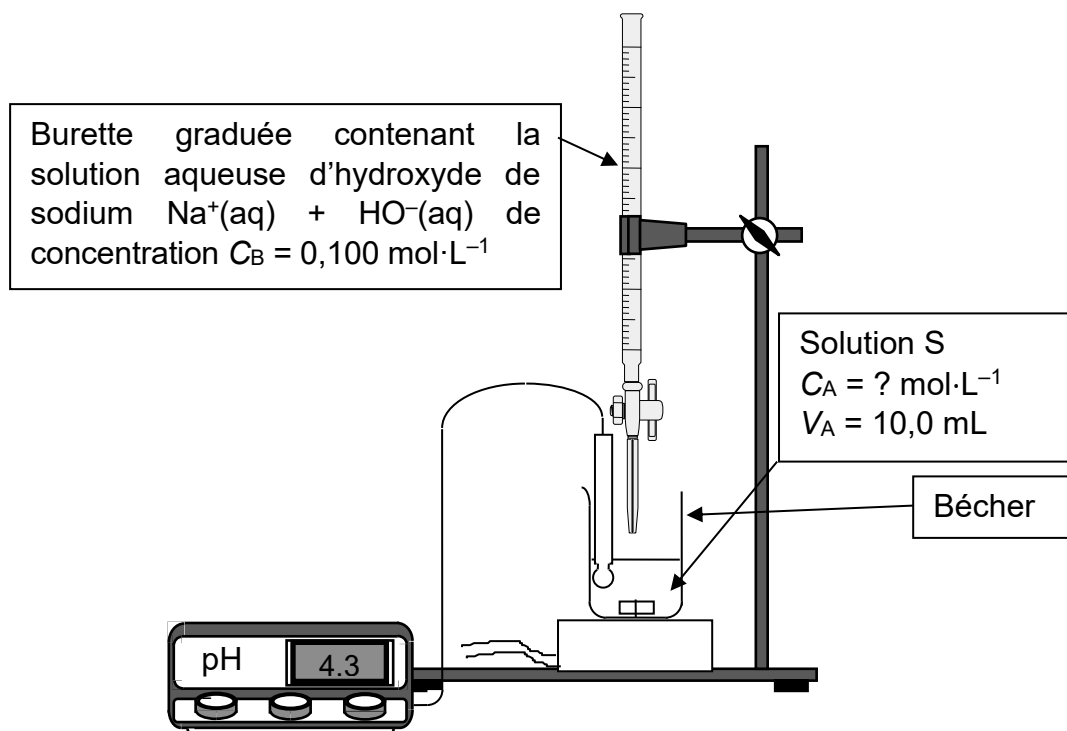
Parmi la verrerie disponible :

- Fioles jaugées : 50,0 mL ; 100,0 mL ; 200,0 mL.
- Pipettes jaugées : 2,0 mL ; 10,0 mL ; 25,0 mL.

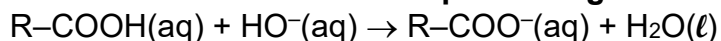
on utilisera la fiole jaugée de volume $V_{\text{fille}} = 100,0 \text{ mL}$ et la pipette jaugée de volume

$$V_{\text{mère}} = 10,0 \text{ mL car le facteur de dilution est } F = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = \frac{100,0 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} = 10,0.$$

Q.4. Réaliser un schéma du dispositif permettant d'effectuer ce titrage pH-métrique et nommer la verrerie et les solutions.



Q.5. Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide nonanoïque. On utilisera la notation $\text{R} - \text{COOH}$ pour désigner l'acide nonanoïque.



Q.6. Sélectionner parmi les termes suivants, la ou les qualité(s) que doit posséder la réaction support du titrage : lente, rapide, unique, multiple, totale, non-totale.

La réaction support du titrage doit être rapide, unique et totale.

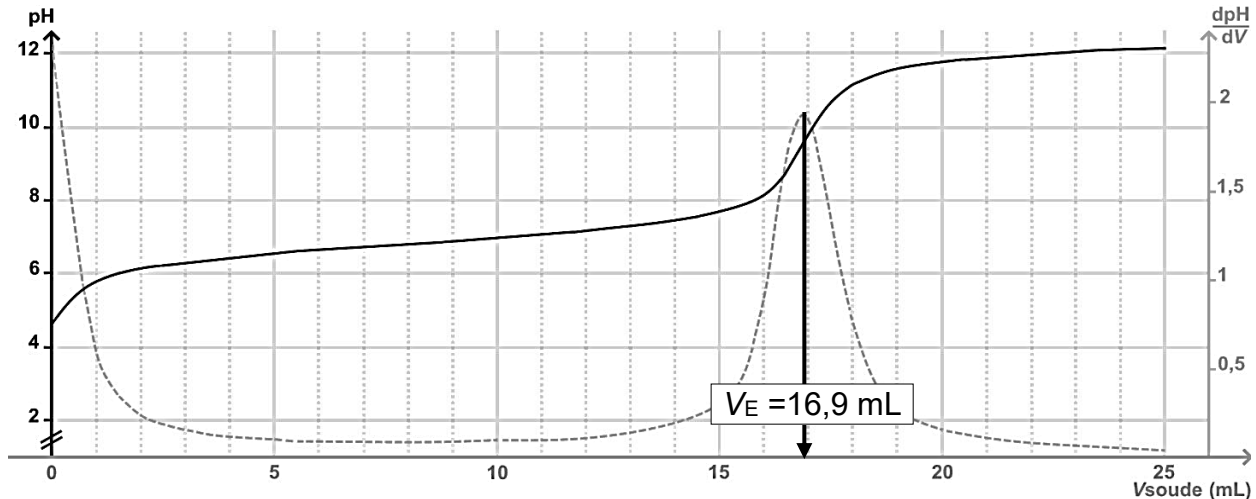
Q.7. Définir l'équivalence d'un titrage.

À l'équivalence d'un titrage, on a réalisé un mélange stœchiométrique des réactifs titrant et titré. Les réactifs sont alors totalement consommés.

Q.8. Vérifier que la concentration en masse d'acide nonanoïque indiquée sur le flacon est compatible avec le résultat du dosage pH-métrique.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

À l'équivalence du titrage : $\frac{n_A(\text{RCOOH})}{1} = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{1} \Leftrightarrow \frac{C_A \cdot V_A}{1} = \frac{C_B \cdot V_E}{1}$.



Graphiquement, le volume à l'équivalence du titrage V_E est égal à l'abscisse du maximum de la courbe dérivée. On lit : **$V_E = 16,9 \text{ mL}$** .

La concentration C_A en acide nonanoïque de la solution S est : $C_A = \frac{C_B \cdot V_E}{V_A}$.

La solution commerciale ayant été diluée 10 fois, sa concentration en acide nonanoïque est : $C = 10 \times C_A = 10 \times \frac{C_B \cdot V_E}{V_A}$.

La concentration en masse d'acide nonanoïque de la solution commerciale est :

$c_{mes} = C \cdot M$ soit : $c_{mes} = 10 \times \frac{C_B \cdot V_E \cdot M}{V_A}$

| |
|--|
| $10 \times \frac{0,100 \times 16,9 \times 158,24}{10,0}$ |
| 267,4256 |

En laissant les volume V_A et V_E en mL, il vient :

$c_{mes} = 10 \times \frac{0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 16,9 \text{ mL} \times 158,24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10,0 \text{ mL}} = \mathbf{267 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}$ Le flacon annonce $250 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Estimons l'incertitude-type $u(c_{mes})$: En considérant que la valeur de la masse molaire M est

exacte, on a : $u(c_{mes}) = c_{mes} \times \sqrt{\left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2}$

Avec : $u(C_B) = 0,002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $u(V_E) = 0,5 \text{ mL}$; $u(V_A) = 0,02 \text{ mL}$, il vient :

$u(c_{mes}) = 267,42... \times \sqrt{\left(\frac{0,002}{0,100}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{16,9}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

| | |
|--|-------------|
| $10 \times \frac{0,100 \times 16,9 \times 158,24}{10,0}$ | 267,4256 |
| $\text{Rep} \times \sqrt{\left(\frac{0,002}{0,100}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{16,9}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2}$ | 9,565165467 |

$u(c_{mes}) = 1 \times 10^1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en majorant avec 1 chiffre significatif.

L'incertitude porte sur les décagrammes, donc on arrondit c_{mes} à $2,7 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Ainsi : **$c_{mes} = (2,7 \pm 0,1) \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$**

Calculons le z-score : $\frac{c_{mes} - c_{ref}}{u(c_{mes})} = \frac{267 - 250}{10} = \mathbf{1,7 < 2}$.

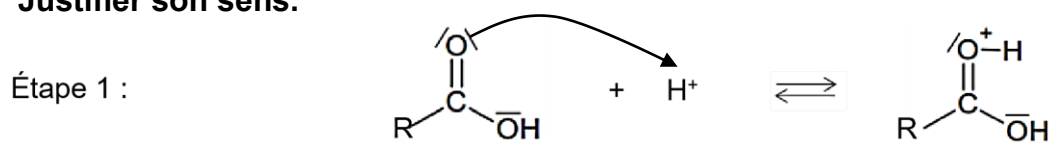
La concentration en masse mesurée est donc compatible avec la valeur de référence.

3. Synthèse du nonanoate de méthyle

Q.9. Indiquer la famille chimique à laquelle appartient le nonanoate de méthyle.

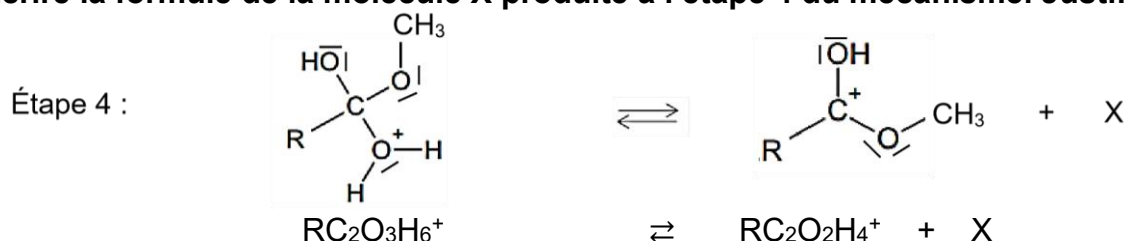
Le nonanoate de méthyle appartient à la famille des esters.

Q.10. Recopier l'étape 1 sur la copie. Représenter la flèche courbe dans cette étape. Justifier son sens.



La flèche courbe part du site donneur, riche en électrons (doublet non liant de l'atome d'oxygène) vers le site accepteur pauvre en électrons (ion H^+).

Q.11. Écrire la formule de la molécule X produite à l'étape 4 du mécanisme. Justifier.



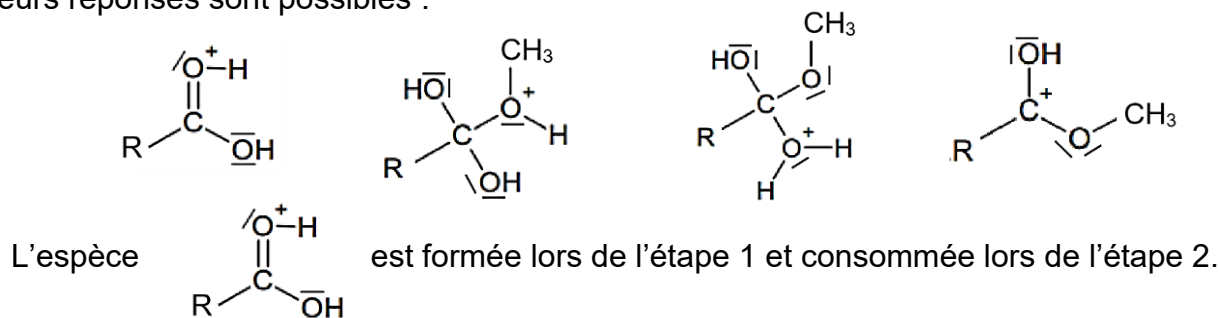
L'espèce X contient un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène, il s'agit d'une molécule d'eau H_2O .

Remarque : cette étape du mécanisme réactionnel est une réaction d'élimination.

Q.12. Recopier la formule d'un intermédiaire réactionnel au sein du mécanisme réactionnel de formation du nonanoate de méthyle et justifier le choix effectué.

Un intermédiaire réactionnel est une espèce formée lors d'une étape du mécanisme réactionnel et consommée lors de l'étape suivante.

Plusieurs réponses sont possibles :



Q.13. Indiquer le rôle de l'acide sulfurique introduit dans le mélange initial. Justifier.

L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur. En effet, les ions H^+ apportés par l'acide sulfurique sont consommés lors de l'étape 1 et régénérés lors de l'étape 5.

Si vous avez repéré une erreur, merci de nous la signaler à labolycee@labolycee.org

1. Alimentation électrique du radar : le panneau solaire photovoltaïque

Q.1. Justifier, en utilisant la figure 3, le fait que dans les conditions d'éclairement du radar, la puissance électrique maximale fournie est $P_m = 100 \text{ W}$.

L'éclairement moyen dans la commune où est placé le radar vaut $E = 600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Sur la courbe de puissance pour $600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, on vérifie bien que la puissance maximale vaut 100 W .

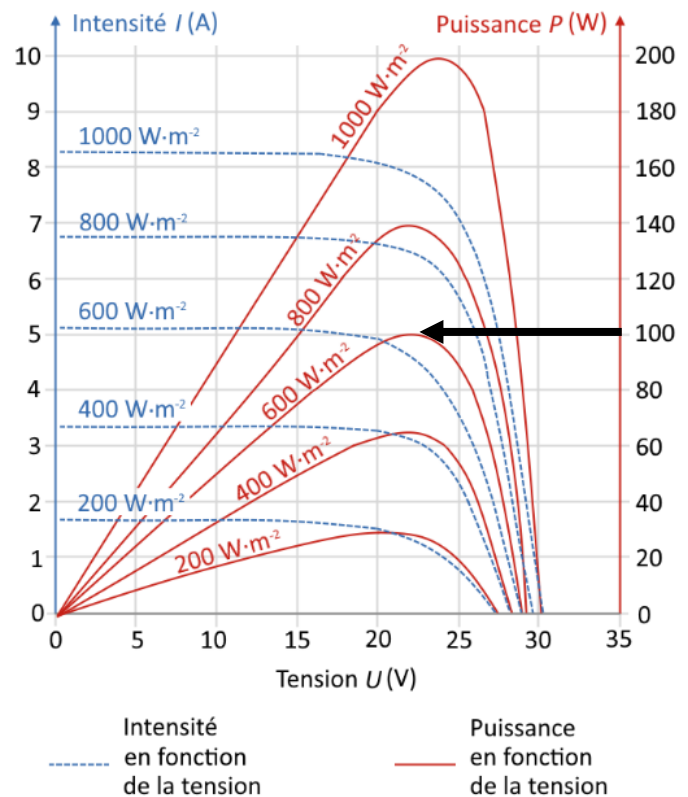


Figure 3. Caractéristiques du panneau photovoltaïque

Q.2. Calculer la valeur du rendement η du panneau photovoltaïque. Conclure.

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique maximale}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{P_m}{P_{\text{lum}}} = \frac{P_m}{E \cdot S}$$

$$\eta = \frac{100 \text{ W}}{600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \times 0,850 \text{ m} \times 0,950 \text{ m}} = 0,206 = 20,6\%$$

$$\frac{100}{600 \times 0,85 \times 0,95} = 2.063983488 \text{E} -1$$

Cette valeur est très proche du rendement de 20% annoncé par le constructeur. Elle est donc correcte.

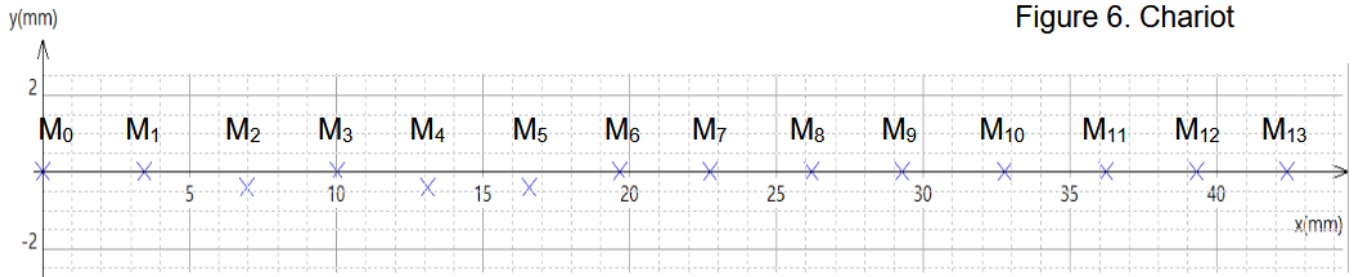
2. Fonctionnement du radar

Q.3. Décrire qualitativement l'effet Doppler.

L'effet Doppler est un phénomène physique qui se manifeste lorsqu'il y a un mouvement relatif entre la source qui émet l'onde et l'observateur qui la reçoit. À l'approche, la fréquence perçue est plus élevée que la fréquence émise, tandis qu'à l'éloignement la fréquence perçue est moins grande que la fréquence émise.

Pour des ondes sonores audibles, comme celles émises par la sirène d'une ambulance, on entend d'abord un son plus aigu puis un son plus grave : HHHHHHHHHHOOOOOOOOONNN.

Figure 6. Chariot

Figure 7. Extrait de l'enregistrement obtenu entre les dates $t_0 = 0$ s et $t_{13} = 0,429$ s

Q.4. Calculer les valeurs des vitesses v_7 et v_{11} du chariot respectivement aux dates t_7 et t_{11} .

Entre t_0 et t_{13} il s'écoule 0,429 s donc entre t_6 et t_8 il s'écoule $(0,429/13) \times 2$ s

$$v_7 = \frac{M_6 M_8}{t_8 - t_6} = \frac{x_{M_8} - x_{M_6}}{t_8 - t_6}$$

$$v_7 = \frac{(26,2 - 19,8) \times 10^{-3} \text{ m}}{\frac{0,429}{13} \times 2 \text{ s}} = 9,70 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 9,70 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{(26,2 - 19,8) \times 10^{-3}}{\frac{0,429}{13} \times 2} = 9.696969697 \text{ E}^{-2}$$

$$v_{11} = \frac{M_{10} M_{12}}{t_{12} - t_{10}} = \frac{x_{M_{12}} - x_{M_{10}}}{t_{12} - t_{10}}$$

$$v_{11} = \frac{(39,3 - 32,8) \times 10^{-3} \text{ m}}{\frac{0,429}{13} \times 2 \text{ s}} = 1,03 \times 10^{-1} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 10,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{(39,3 - 32,8) \times 10^{-3}}{\frac{0,429}{13} \times 2} = 1.03030303 \text{ E}^{-1}$$

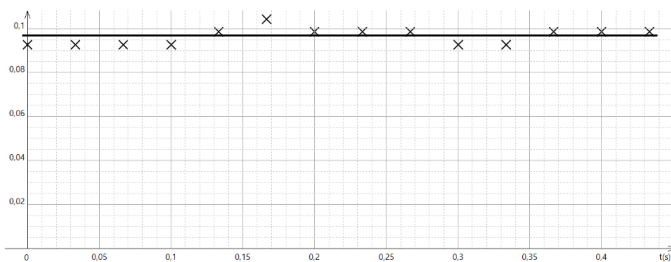


Figure 8a. Courbe A

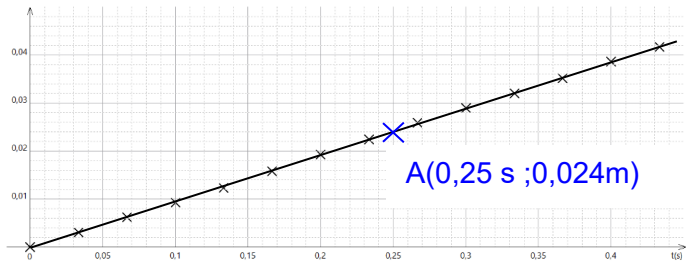


Figure 8b. Courbe B

Q.5. Associer, en justifiant, chaque courbe A et B des figures 8a et 8b à la grandeur correspondante.

Les valeurs de la vitesse calculées précédemment se retrouvent sur la courbe 8a qui représente donc la vitesse horizontale v_x .

L'abscisse x du chariot augmente au cours du temps, on la retrouve sur la figure 8b.

Q.6. Estimer, à partir d'une des figures 8a ou 8b, la valeur de la vitesse moyenne du chariot.

Avec la figure 8a, on trace une droite moyenne passant au plus près de tous les points. Elle montre qu'aux erreurs de mesures, près la vitesse semble constante et proche de $9,6 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

OU Avec la figure 8b, on trace la droite moyenne passant au plus près de tous les points. C'est une droite passant par l'origine qui montre que la position x est proportionnelle à la durée t .

$$x = k \cdot t$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = k$$

Il faut calculer la valeur du coefficient directeur de la droite.

$$\text{Avec le point A, } k = \frac{x}{t}$$

$$v_x = k = \frac{0,024 \text{ m}}{0,25 \text{ s}} = 9,6 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 9,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Le mouvement étant uniquement sur l'axe horizontal, $v_x = v = 9,6 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Mesure de la vitesse du chariot grâce à l'effet Doppler

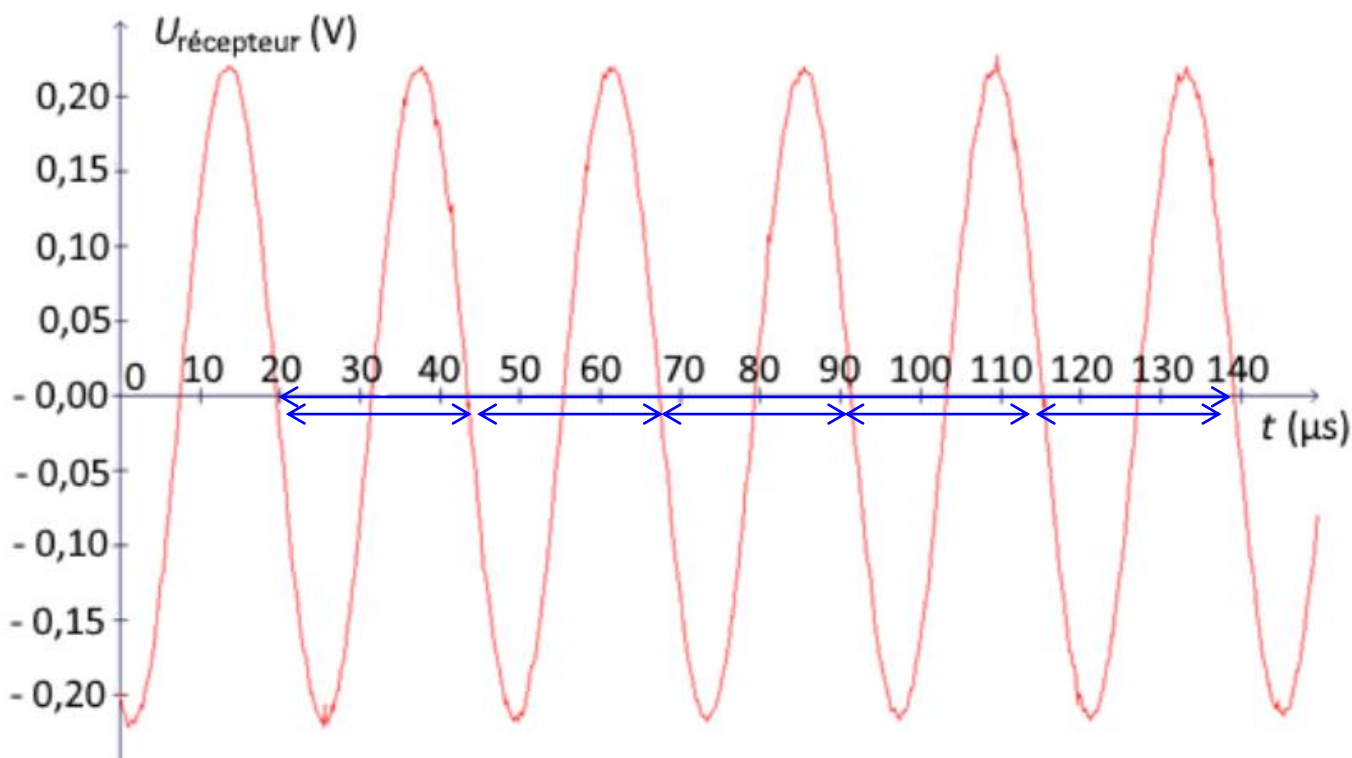


Figure 9. Enregistrement du signal reçu (le chariot étant immobile)

Q.7. Déterminer la valeur de la période T_R du signal obtenu. En déduire que la valeur de la fréquence f_E du signal émis par l'émetteur vaut 42 kHz.

Pour plus de précision, on mesure la durée de 5 périodes.

$$T_R = (138 - 20)/5 = 23,6 \mu\text{s} = 23,6 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$f_R = \frac{1}{T_R}$$

$$f_R = \frac{1}{23,6 \times 10^{-6}} = 4,24 \times 10^4 \text{ Hz} = 42 \text{ kHz}$$

Comme l'émetteur et le chariot sont immobiles, l'effet Doppler ne se produit pas alors $f_E = f_R$.

On retrouve bien la valeur annoncée.

Une nouvelle acquisition du signal émis et du signal reçu est réalisée lorsque le chariot se déplace, en se rapprochant de l'émetteur et du récepteur. Le décalage Doppler mesuré est $\Delta f = 22,7 \text{ Hz}$.

Q.8. Calculer la valeur de v_{chariot} , la vitesse du chariot obtenue par effet Doppler. Comparer le résultat obtenu à ceux des questions Q.4 et Q.6.

$$\Delta f = 2 \times f_E \times \frac{v_{\text{chariot}}}{v} \text{ donc } v_{\text{chariot}} = \frac{\Delta f \times v}{2 \times f_E}$$

$$v_{\text{chariot}} = \frac{22,7 \text{ Hz} \times 344,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2 \times 42 \times 10^3 \text{ Hz}} = 9,3 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 9,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{22,7 \times 344,25}{2 \times 42 \times 10^3}$$

$$9.302946429 \times 10^{-2}$$

On a obtenu aux questions précédentes des valeurs très proches, bien que légèrement supérieures avec $9,7 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$; $10,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ et $9,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

La faible différence montre que ces méthodes sont entachées d'une incertitude de l'ordre de quelques $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Ce qui reste relativement assez faible.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org