

Devoir surveillé de chimie n°1

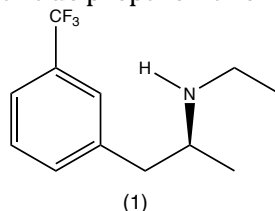
Samedi 20 septembre 2025

Durée conseillée : 1h30

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée pour cette épreuve

Problème 1 : synthèse de la fenfluramine

La fenfluramine est une substance utilisée lors de traitement contre l'obésité car elle empêche la digestion des sucres. Seul le stéréoisomère (1) représenté ci-dessous possède ces propriétés. Dans ce problème, nous abordons une séquence réactionnelle permettant de préparer la fenfluramine.

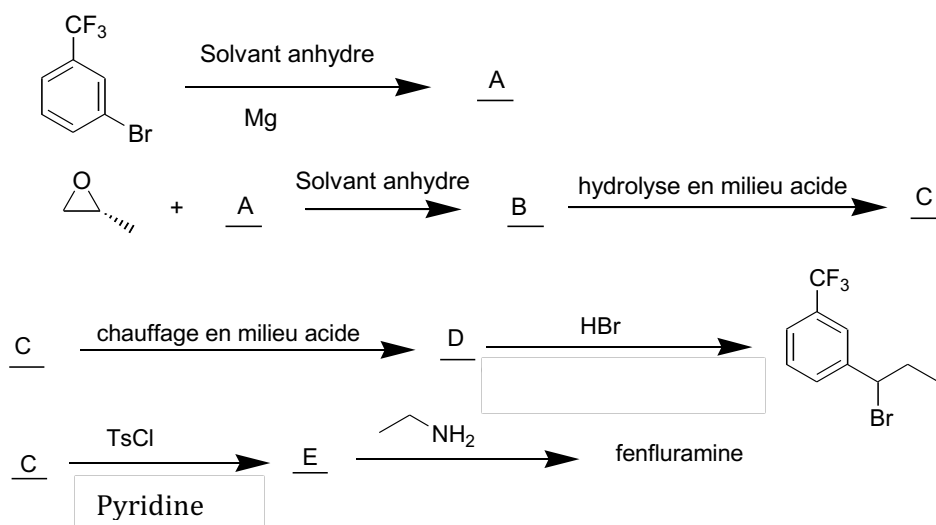


Partie 1 : Étude de la molécule de fenfluramine

1. Indiquer si la molécule (1) est chirale. Justifier.
2. Déterminer le descripteur stéréochimique du centre stéréogène de (1). Justifier.

Partie 2 : synthèse multi-étapes de la fenfluramine

La séquence de transformations suivantes permet de préparer la fenfluramine.



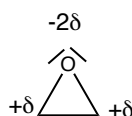
Abréviations utilisées

Chlorure de tosylo ou TsCl	
Pyridine	

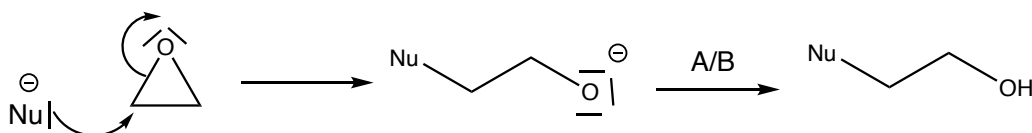
3. Indiquer le nom et la formule topologique d'un solvant utilisable pour la formation de **A**. Citer les principales précautions à prendre lors de cette synthèse. Représenter **A** en convention topologique.

Document : réactivité des époxydes

Un époxyde est un éther-oxyde cyclique qui présente deux sites électrophiles sur les atomes de carbone intracycliques.



En présence d'un nucléophile, l'époxyde est ouvert selon une substitution nucléophile modélisée par un mécanisme S_N2 . Lorsque les atomes de carbone électrophiles ne sont pas équivalents, la S_N a lieu préférentiellement sur l'atome de carbone le moins encombré stériquement. Le mécanisme réactionnel est donné ci-après.



4. Écrire le mécanisme de la transformation de **A** $\rightarrow$ **B** $\rightarrow$ **C**. Représenter le produit **C** en convention de Cram topologique.

Le composé **C** est chauffé en présence d'acide phosphorique H_3PO_4 . On obtient majoritairement le produit **D** ainsi que deux produits secondaires minoritaires **D'** et **D''**.

5. Représenter **D** ainsi que les produits secondaires minoritaires **D'** et **D''** obtenus lors de cette transformation. Justifier que **D** est majoritaire.
6. Écrire le mécanisme de la transformation **C** $\rightarrow$ **D**.

Du bromure d'hydrogène est ensuite additionné sur le composé **D**.

7. Écrire le mécanisme de l'addition de HBr sur le composé **D**. Justifier en particulier la régiosélectivité de la réaction.
8. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation **C** $\rightarrow$ **E**.
9. Préciser le rôle de la pyridine ainsi que l'intérêt de l'étape **C** $\rightarrow$ **E**.

On constate expérimentalement que la vitesse de la dernière réaction (conduisant à la fenfluramine) est d'ordre 1 par rapport à l'éthylamine et un ordre 1 par rapport à **E**.

10. Proposer un mécanisme pour la transformation **E** $\rightarrow$ Fenfluramine en montrant clairement le déroulement stéréochimique.
11. Préciser si la fenfluramine obtenue se présente sous la forme d'un mélange racémique. Justifier.

Problème 2 : rendement d'une réaction de saponification

Données à 298 K

- $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$; on rappelle que l'ion CH_3COO^- est l'ion éthanoate.
- Produit ionique de l'eau $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$
- Masse molaire de l'éthanoate d'éthyle : $M = 88,1 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Densité de l'éthanoate d'éthyle : $d = 0,902$

Dans ce problème, on se propose d'étudier le titrage d'une solution d'hydroxyde de sodium puis d'exploiter un titrage afin de déterminer le rendement d'une réaction de saponification.

Partie 1 : titrage pH-métrique d'une solution d'hydroxyde de sodium

On dispose d'une solution d'hydroxyde de sodium ou soude (S) de concentration C préparée dans un mélange de solvants éthanol/eau. On prélève un volume $V_0 = 50,00 \text{ mL}$ de la solution (S) que l'on titre par de l'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$. Le titrage est suivi par pH-métrie et la courbe donnant l'évolution du pH en fonction du volume V de solution titrante versée est donnée ci-après (**courbe de titrage n°1**).

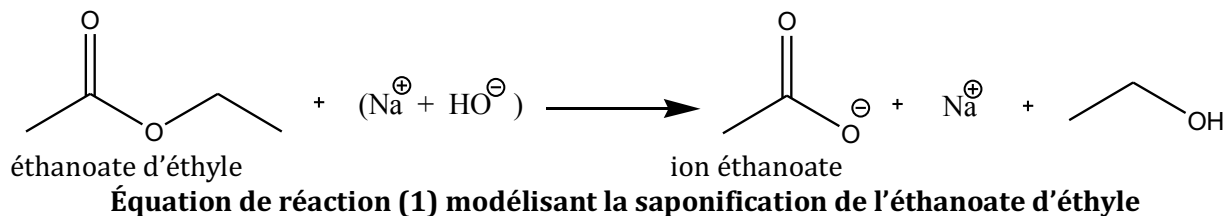


Courbe de titrage n°1

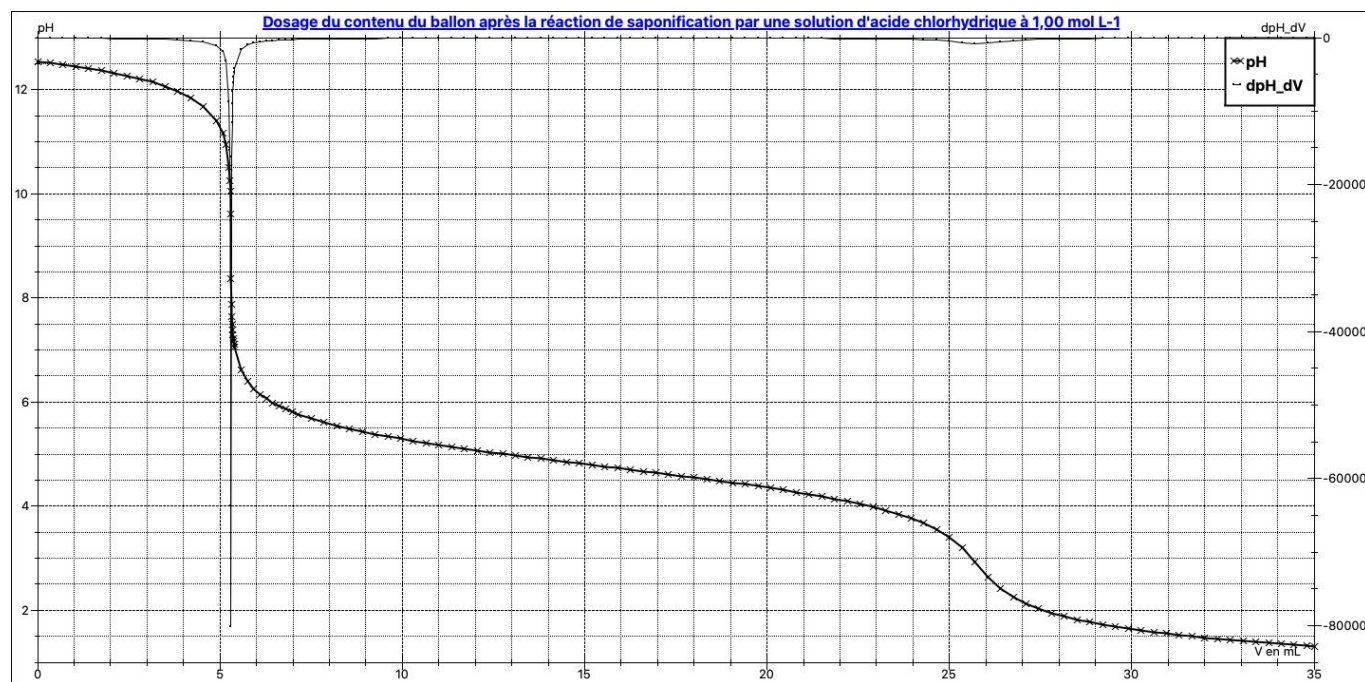
1. Indiquer les électrodes à utiliser pour réaliser un titrage pH-métrique et expliquer l'intérêt de l'étalonnage du pH-mètre.
2. Déterminer une valeur de la concentration C de la solution (S).
3. Parmi les indicateurs colorés acido-basiques ci-dessous, indiquer celui qui est le mieux adapté pour détecter l'équivalence. Justifier.
 - Hélianthine : zone de virage pour pH variant de 3,1 à 4,4
 - Bleu de bromothymol : zone de virage pour pH variant de 6,0 à 7,6
 - Phénolphtaleïne : zone de virage pour pH variant de 8,2 à 10,0

Partie 2 : détermination du rendement d'une réaction de saponification

On introduit un volume $V_s = 50,00 \text{ mL}$ d'une soude de concentration $C_s = 0,500 \text{ mol L}^{-1}$ dans un ballon monocol surmonté d'un réfrigérant. On introduit également un volume $V_0 = 2,10 \text{ mL}$ d'éthanoate d'éthyle pur puis on chauffe à reflux, tout en agitant. Il se produit la saponification de l'éthanoate d'éthyle modélisée par la réaction d'équation (1) donnée ci-dessous.



On souhaite déterminer la composition du système à l'état final. Pour cela, à l'issue du chauffage à reflux, on transfère la totalité du mélange contenu dans le ballon dans un grand bécher et on ajoute 100 mL d'eau. On titre le mélange obtenu par de l'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$. On obtient la **courbe de titrage n°2** qui adopte le même système d'axes que la courbe n°1 (la courbe dérivée du pH par rapport au volume V a été en plus superposée).

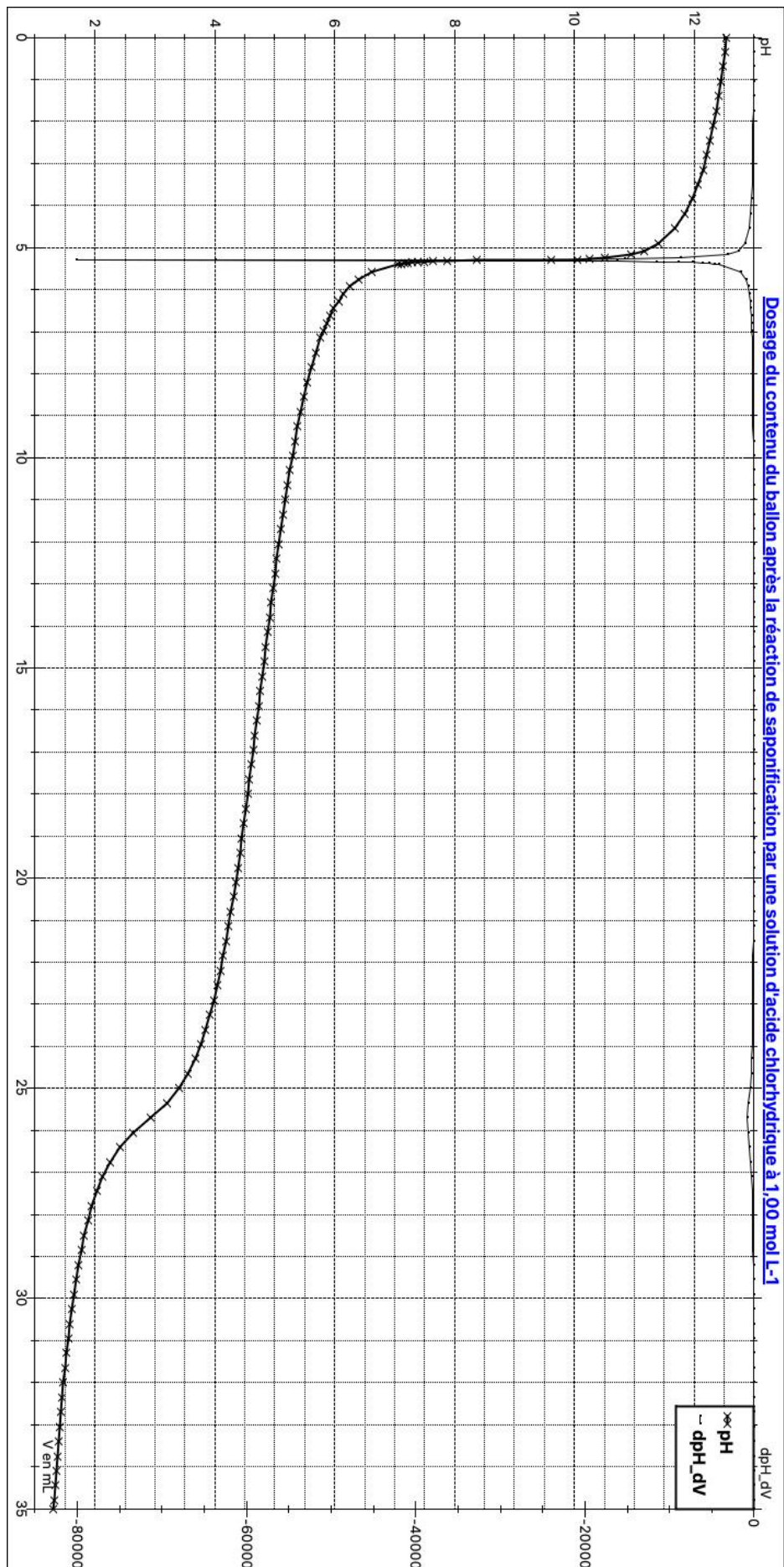


Courbe de titrage n°2

4. Calculer les quantités initiales d'éthanoate d'éthyle et d'ion hydroxyde introduites dans le ballon. Identifier le réactif limitant.
5. Écrire les deux équations de réaction de titrage mises en jeu et donner une valeur de leur constante d'équilibre thermodynamique à 298K. Préciser la plage de volume sur laquelle se déroule chacune d'entre elles.
6. Déterminer les quantités d'ion hydroxyde et d'ion éthanoate en fin de réaction de saponification.
7. Déterminer le rendement de la réaction de saponification.
8. Expliquer – à l'aide d'une construction sur l'annexe à la fin du sujet et à rendre avec la copie - comment retrouver le pK_a du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ à partir de la courbe de titrage n°2.

Nom :

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



DS 1 : Physique

Samedi 20 septembre 2025 – Calculatrices autorisées – Durée conseillée : 1h30

Problème : Sécurisation de la zone d'arrivée d'un toboggan aquatique

Dans tout ce qui suit, on s'intéresse à un enfant modélisé par un point matériel M, de masse $m = 50 \text{ kg}$, qui glisse sur un toboggan dont le schéma est donné en figure 1.

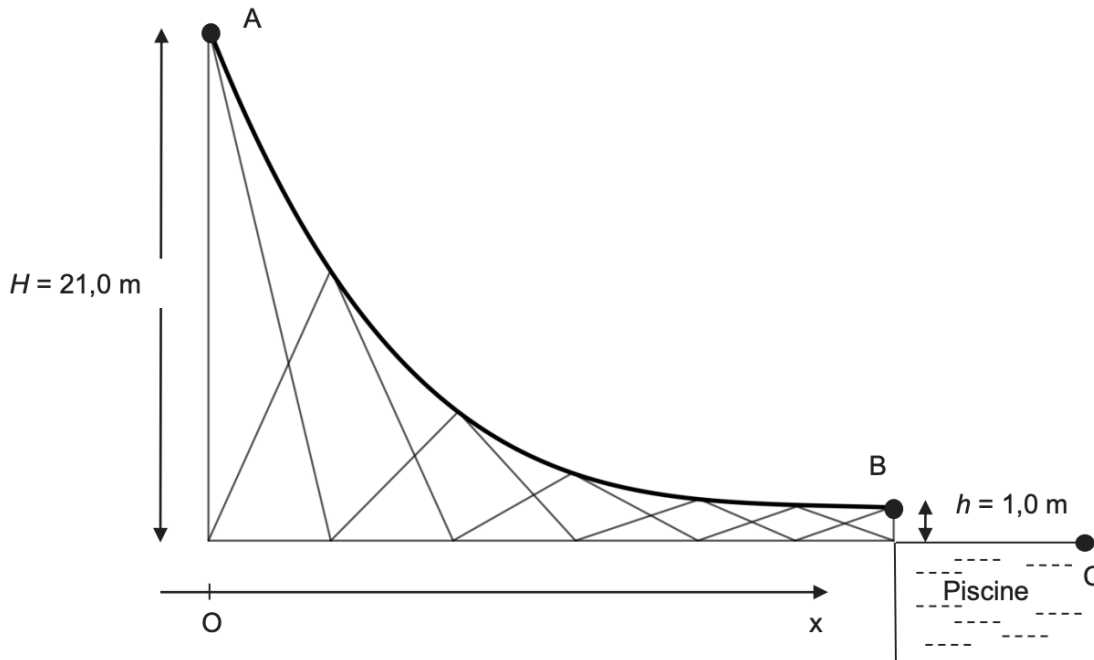


Figure 1 - Schéma d'implantation du toboggan par rapport à la piscine

L'enfant se laisse glisser sur le toboggan depuis le point A d'altitude $H = 21,0 \text{ m}$ sans vitesse initiale. Il termine sa glissade au point B d'altitude $h = 1,0 \text{ m}$ avec une vitesse horizontale qui lui permet d'atteindre un point C à la surface de l'eau de la piscine. Une discussion s'engage lors de la conception du toboggan pour savoir dans quelle zone de la piscine il faudra interdire les baigneurs pour éviter toute collision avec l'enfant qui arrive dans la piscine. Par la suite, on prendra $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. On suppose tout d'abord qu'un filet d'eau annule les frottements de l'enfant sur toute la longueur $L = 37,5 \text{ m}$ de la piste du toboggan.

1. Montrer que le poids est une force conservative et retrouver l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur.
2. En déduire l'expression du travail $W(\vec{P})$ du poids de l'enfant lors de cette descente de A vers B.
3. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. En l'appliquant à l'enfant qui glisse sans frottement entre les points A et B, établir l'expression de la vitesse v_B atteinte au point B en fonction des données.
4. Réaliser l'application numérique.
5. En réalité, la vitesse au point B, horizontale, vaut $v_B = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à cause de l'existence de frottements notés $\vec{T}$. Faire figurer sur un schéma, sans souci d'échelle, les forces appliquées sur l'enfant assimilé à un point matériel M de masse m , en un endroit quelconque de la glissade.
6. Exprimer, puis calculer le travail W' de la force de frottement sur le trajet AB.
7. En déduire la norme T de la force de frottement.

On s'intéresse maintenant à la localisation du point de chute C dans l'eau avec une vitesse horizontale en B, $v_B = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Le mouvement de l'enfant dans l'air est supposé sans frottements.

8. En détaillant votre raisonnement, exprimer, puis calculer la distance horizontale d depuis B parcourue par l'enfant lorsqu'il arrive au contact avec l'eau au point C.

9. Lorsqu'il arrive dans l'eau au point C, l'enfant, toujours assimilé à un point matériel M de masse m , subit une force de frottement fluide F' telle que $\vec{F}' = -k \cdot \vec{v}$. On s'intéresse uniquement à la composante horizontale $v_x(t)$ de la vitesse $\vec{v}$ de l'enfant dans l'eau. Montrer que cette composante horizontale de vitesse $v_x(t)$ répond à l'équation différentielle :

$$\frac{dv_x}{dt} + \frac{k}{m} v_x = 0 \quad (1)$$

10. En déduire dans ce cas l'expression d'un temps caractéristique de ralentissement τ .

11. Justifier que $v_x(t = 0) = v_x(C) = v_B$.

Une analyse vidéo a permis d'obtenir en figure 2 la courbe d'évolution de $v_x(t)$.

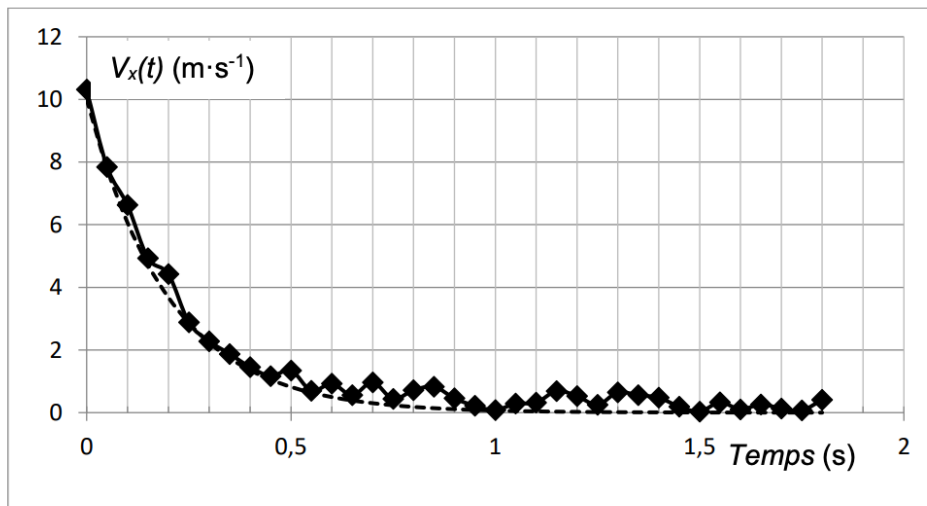


Figure 2 - Évolution de la composante horizontale de la vitesse, $v_x(t)$, en fonction du temps

12. Montrer que le modèle précédent est compatible avec cette courbe.
 13. En déduire graphiquement, en estimant la valeur du temps caractéristique τ , celle de k coefficient de force de frottement fluide.
 14. Déterminer la distance horizontale, notée d' et mesurée à partir du point C, parcourue sous l'eau par le point M.
 15. En déduire la distance de sécurité à partir de la sortie du toboggan.