

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.
- L'annexe **seule** est à rendre avec la copie

EXERCICE 1 (6 points) LANCER DE JAVELOT

Le lancer du javelot est une discipline athlétique consistant à lancer un engin appelé javelot fait en métal, en fibre de verre ou en fibre de carbone. Cette épreuve n'est pas toujours présente aux meetings d'athlétisme notamment en raison des règles de sécurité.

L'athlète tchèque Barbora Spotakova détient le record du monde de lancer de javelot avec un jet de 72,28 m établi le 13 septembre 2008, à Stuttgart (Allemagne). On assimile le javelot à un objet ponctuel de masse $m = 0,60$ kg, lancé d'une hauteur $h = 2,0$ m par rapport au sol avec une vitesse initiale v_0 faisant un angle de 45° par rapport à l'horizontale.

Sa trajectoire est étudiée dans un repère (O, x, y) dont l'origine correspond au point de départ du javelot. On néglige toute action de l'air sur le javelot.

Partie 1 : Tracé de vecteurs.

Q1. Réaliser un bilan des forces appliquées au système.

Q2. Partir du document en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, déterminer la valeur de la vitesse v du centre d'inertie du javelot aux points 6 et 8.

Q3. Tracer les vecteurs vitesse $\vec{v}_6$ et $\vec{v}_8$ avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 5 \text{ m.s}^{-1}$ sur le document en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**.

Q4. Construire sur le document de l'**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, après l'avoir défini, le vecteur $\Delta\vec{v}_7$ au point 7 et déterminer sa valeur en m.s^{-1} .

Q5. En déduire la valeur du vecteur accélération $\vec{a}_7$ au point 7 et le construire en précisant l'échelle.

Q6. Conclure quant au mouvement étudié.

Partie 2 : Amélioration de la trajectoire par une programmation python.

Afin d'améliorer la trajectoire du javelot, on décide de la modéliser en utilisant le programme python. Une partie du code est affichée dans le document 1.

```

1 # Données de l'expérience
2 dt=100e-3
3 x=[0,1.91,3.82,5.73,7.64,9.55, # ... non reproduit
4 y=[2.2,4.06,5.82,7.49,9.05,10.52, # ... non reproduit
5 n=len(x)
6
7 # Calcul de la vitesse instantanée.
8 vx=[]
9 vy=[]
10 for i in range(1,n-1):
11     vx.append((x[i+1]-x[i-1])/(2*dt))
12     vy.append((y[i+1]-y[i-1])/(2*dt))
13
14 # Calcul de l'accélération instantanée.
15 ax=[]
16 ay=[]
17 for i in range(2,n-2):
18     ax.append(... à compléter ...)
19     ay.append(... à compléter ...)
```

Figure 1 : Script Python

Q7. Repérer le numéro de la ligne du programme où est définie la durée Δt entre les positions de la trajectoire du javelot, puis noter la valeur de la durée avec son unité.

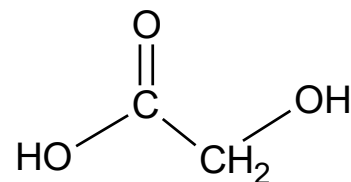
Q8. En vous aidant des définitions de la vitesse instantanée de la partie précédente, expliquer comment sont calculées les coordonnées du vecteur vitesse.

Q9. Donner les expressions à ajouter aux lignes 18 et 19 pour calculer les valeurs des coordonnées de l'accélération.

EXERCICE 2 (7 points) L'ACIDE GLYCOLIQUE.

L'acide glycolique $C_2H_4O_3$ est le plus petit des acides α -hydroxylés, il sera noté AH. L'acide glycolique peut être obtenu à partir d'extrait de canne à sucre, de betterave ou de raisin.

Grâce à son excellente capacité à pénétrer la peau, l'acide glycolique est très utilisé dans les produits de soins pour la peau, le plus souvent dans les peelings (technique destinée à régénérer la peau du visage). L'acide glycolique permet d'améliorer la texture et l'apparence de la peau. Il peut réduire les rides, l'acné ou l'hyperpigmentation.



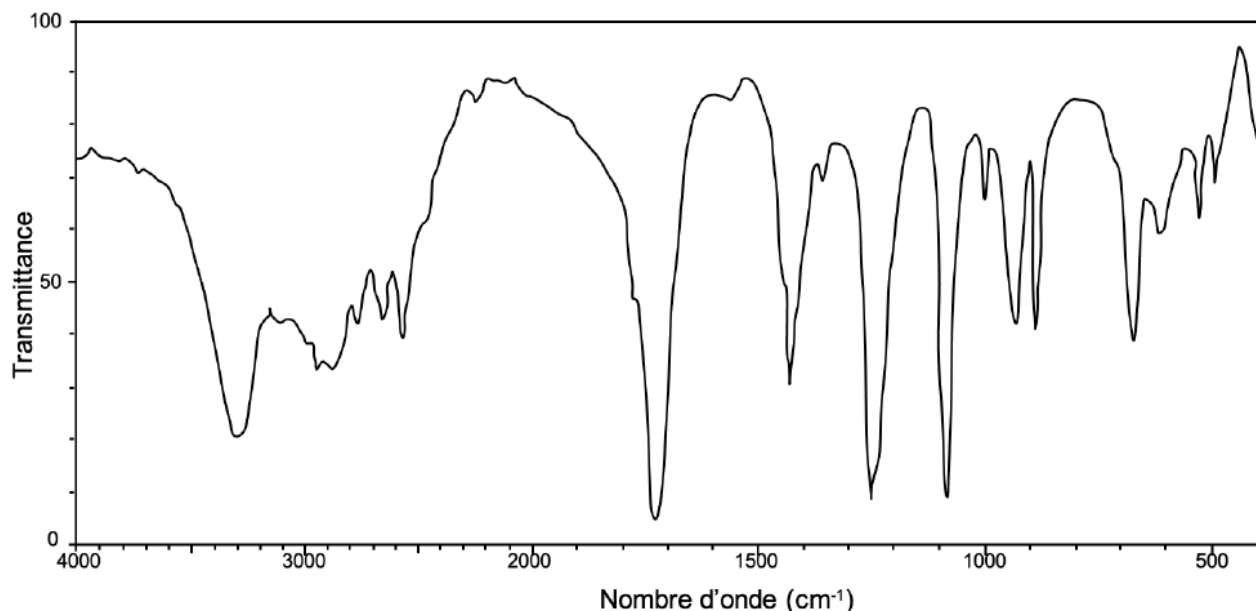
D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_glycolique

Données :

- La valeur de la concentration standard c^0 est égale à 1 mol.L^{-1} .
- Données : $M(\text{acide glycolique}) = 76,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g.L}^{-1}$.
- Table simplifiée de données pour la spectroscopie IR :

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})
O–H alcool	3200–3400
N–H amine	3100–3500
C _{tri} –H	3000–3100
C _{tét} –H	2800–3000
O–H acide carboxylique	2500–3200
C=O ester	1700–1740
C=O aldéhyde ou cétone	1650–1730
C=O acide carboxylique	1680–1710
N–H amine ou amide	1560–1640

Spectre infrarouge de l'acide glycolique :



Partie 1

- Q1.** En dermatologie, il existe plusieurs solutions aqueuses, de concentrations différentes en acide glycolique, utilisées dans le traitement de l'acné. La valeur du pH d'une de ces solutions est égale à 2,8. Déterminer la valeur de la concentration en ion oxonium.
- Q2.** Recopier la formule semi-développée de l'acide glycolique. Entourer le(s) groupe(s) caractéristique(s) et nommer la(les) famille(s) correspondante(s).
- Q3.** Donner la représentation de Lewis de l'acide glycolique.
- Q4.** Donner la définition d'un acide au sens de Brönsted.
- Q5.** Identifier, en entourant sur le schéma de Lewis, l'atome d'hydrogène responsable de l'acidité de la molécule d'acide glycolique.
- Q6.** Ecrire la formule semi-développée de l'ion glycolate, base conjuguée de l'acide glycolique.
- Q7.** Etablir l'équation de la réaction de l'acide glycolique $C_2H_4O_3$ avec l'eau.
- Q8.** Avancer deux arguments pour justifier que le spectre infrarouge peut correspondre à l'acide glycolique.

Partie 2

Une solution aqueuse F de concentration $C_F = 9,28 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en acide glycolique est utilisée pour traiter l'acné.

- Q9.** Rédiger un protocole permettant au pharmacien de préparer 250,0 mL de ce traitement à partir d'une solution commerciale d'acide glycolique de densité $d = 1,26$ et de titre massique en acide de 70 %.

Indications :

- On pourra calculer la concentration en quantité de matière de la solution commerciale.
- On précisera la verrerie (et sa contenance) utilisée.

EXERCICE 3 (7 points) RISQUES DE POLLUTION DES NAPPES PHREATIQUES CÔTIÈRES.

Les eaux souterraines du littoral contenues dans les nappes phréatiques sont essentielles tant pour les activités humaines que pour l'environnement, mais les intrusions d'eau de mer dans ces nappes peuvent engendrer des pollutions irréversibles. Ce risque d'intrusion saline augmente en raison d'une exploitation excessive par pompage des eaux souterraines afin de faire face à une population qui ne cesse d'augmenter sur le littoral.

Ainsi, une surveillance de la qualité des eaux souterraines sur la bordure du littoral est nécessaire afin d’éviter ce risque d’intrusion d’eau saline dans la nappe phréatique.

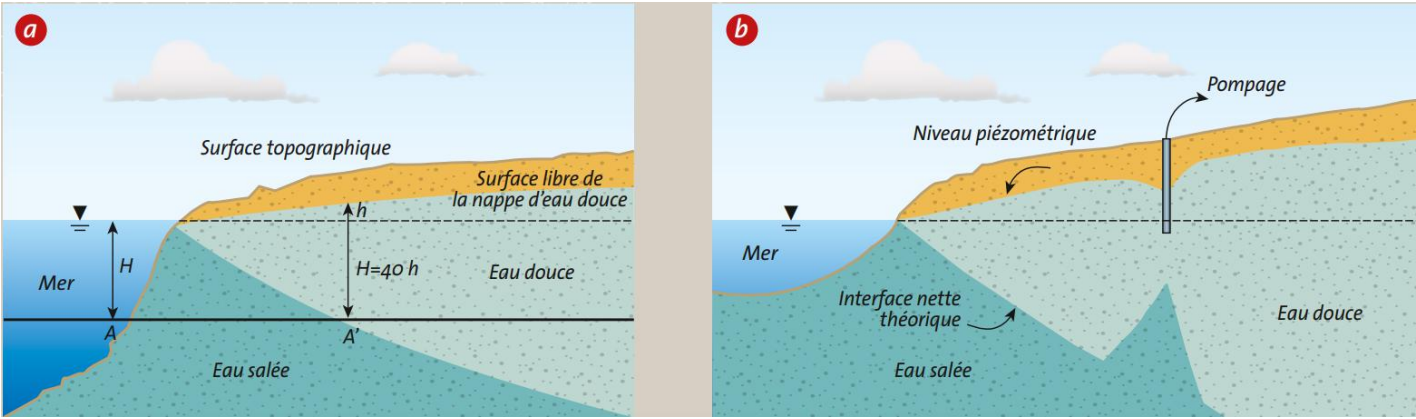


Figure 1 : Lors de l’exploitation d’un forage dans une nappe phréatique côtière, un cône de rabattement se forme au niveau de la surface de la nappe, qui modifie l’interface entre l’eau douce et l’eau salée.
 Source : d’après <https://library.ensh.dz>.

L’objectif de cet exercice est de déterminer la concentration en masse en ion chlorure d’un prélèvement d’eau afin de prévenir une éventuelle intrusion d’eau marine dans la nappe souterraine.

A. L’eau salée de la mer Méditerranée

Des classes de concentrations peuvent être définies en fonction des teneurs en ions chlorure :

Concentration en masse d’ions chlorure (mg.L ⁻¹)	Inférieure à 50	Entre 50 et 200	Entre 200 et 500	Supérieure à 500
Observations	Absence de contamination	Concentration dite « naturelle », l’eau est potable	L’eau ne peut pas être utilisée pour la production d’eau potable. Sauf cas exceptionnel, de telles concentrations ne sont pas naturelles	Importante contamination de l’ouvrage par les ions chlorure

Q1. Citer la valeur de la concentration minimale en masse c_m en ion chlorure $Cl^-_{(aq)}$ à partir de laquelle on peut considérer que l’eau souterraine est contaminée par une intrusion d’eau de mer la rendant non potable.

Données :

Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹)

$Cl^-_{(aq)}$	$Na^+_{(aq)}$	$Mg^{2+}_{(aq)}$
35,5	23,0	24,3

Nous allons, dans un premier temps, déterminer la concentration en masse en ion chlorure de l’eau de la mer Méditerranée. La présence des ions chlorure Cl^- est principalement due à la dissolution du chlorure de sodium $NaCl_{(s)}$ dans l’eau mais le chlorure de magnésium participe aussi à la salinité de l’eau de mer.

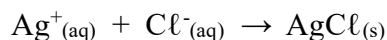
Q2. Sachant que la concentration en quantité de matière en ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$ apportés par $MgCl_{2(s)}$ dans l’eau de mer est $[Cl^-_{(aq)}] = 8,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et que la concentration en masse en ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$ apportés par le chlorure de sodium $NaCl_{(s)}$ dans l’eau de mer a pour valeur $c_m = 16,5 \text{ g.L}^{-1}$, déterminer alors la concentration totale en masse en ions chlorure dans la mer Méditerranée.

B. Titrage des ions chlorure de l'eau douce des eaux souterraines

La concentration en masse en ions chlorure de l'eau douce qui se trouve proche de la zone de pompage doit être surveillée. Pour cela, un prélèvement d'eau $V_2 = 50,0 \text{ mL}$ est effectué au niveau du pompage.

On titre ensuite les ions chlorure de cette solution d'eau par une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le titrage est suivi par conductimétrie. L'équation de la réaction support du titrage est :



Données :

Conductivités molaires ioniques à 25°C ($\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$)

$\lambda_{\text{Cl}^-_{(\text{aq})}}$	$\lambda_{\text{Ag}^+_{(\text{aq})}}$	$\lambda_{\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}}$
$76,3 \times 10^{-4}$	$71,4 \times 10^{-4}$	$61,9 \times 10^{-4}$

Q3. Réaliser un schéma légendé du dispositif expérimental du titrage.

Q4. Identifier, parmi les trois courbes I, II et III proposées sur le graphique de la **figure 2** suivante, celle qui représente l'évolution simulée de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé. Justifier votre réponse.

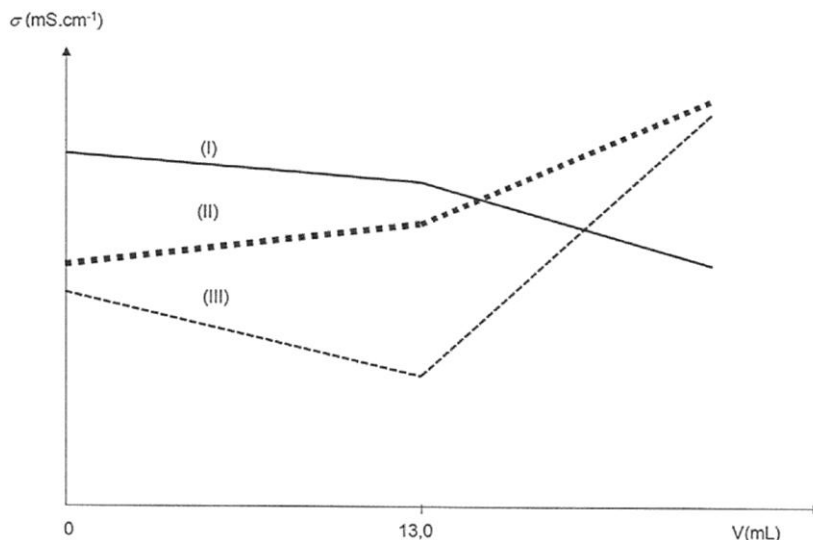


Figure 2 : Evolution simulée de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé

Q5. Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 13,0 \text{ mL}$. En déduire si l'eau du prélèvement peut être utilisée pour l'alimentation en eau potable.

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.

C. Modélisation d'un titrage

Ce titrage peut être modélisé en utilisant le langage de programmation Python. L'objectif est de visualiser l'évolution des quantités de matière des ions $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$, des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$, et du produit $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ au cours du titrage (**figure 3**).

Q6. Les quantités de matière n_A , n_B et n_C , sont représentées sur la **figure 3**. Grâce à cette dernière et avec justification, identifier les espèces chimiques A, B et C.

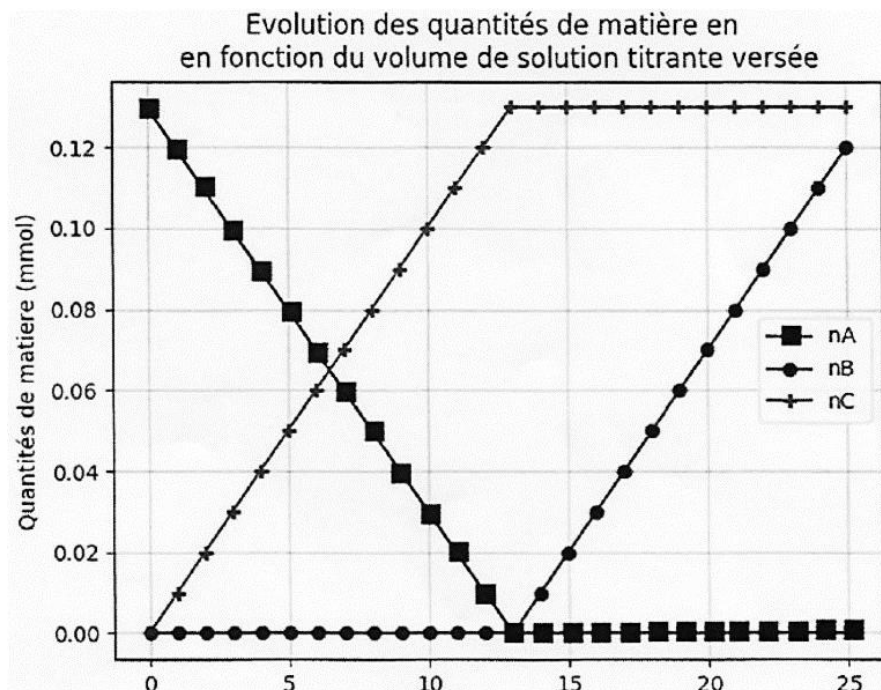


Figure 3 : Evolutions des quantités de matière des ions $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$, des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$, et du produit $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ au cours du titrage obtenues à l'aide du programme écrit en langage Python

Nom :

Prénom :

Classe :

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE 1

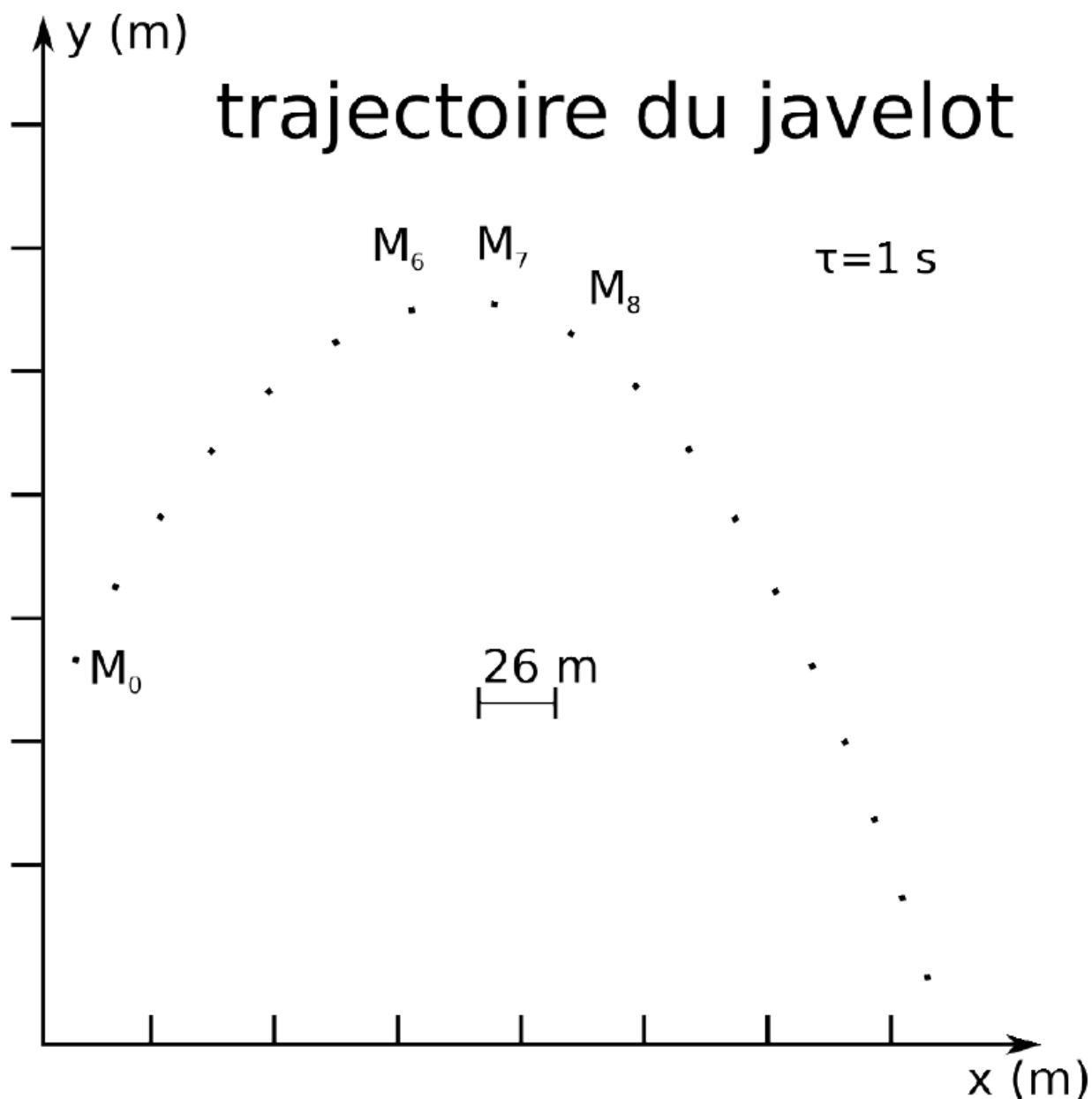


Figure 1 : Trajectoire du javelot dans le repère $(0, x, y)$