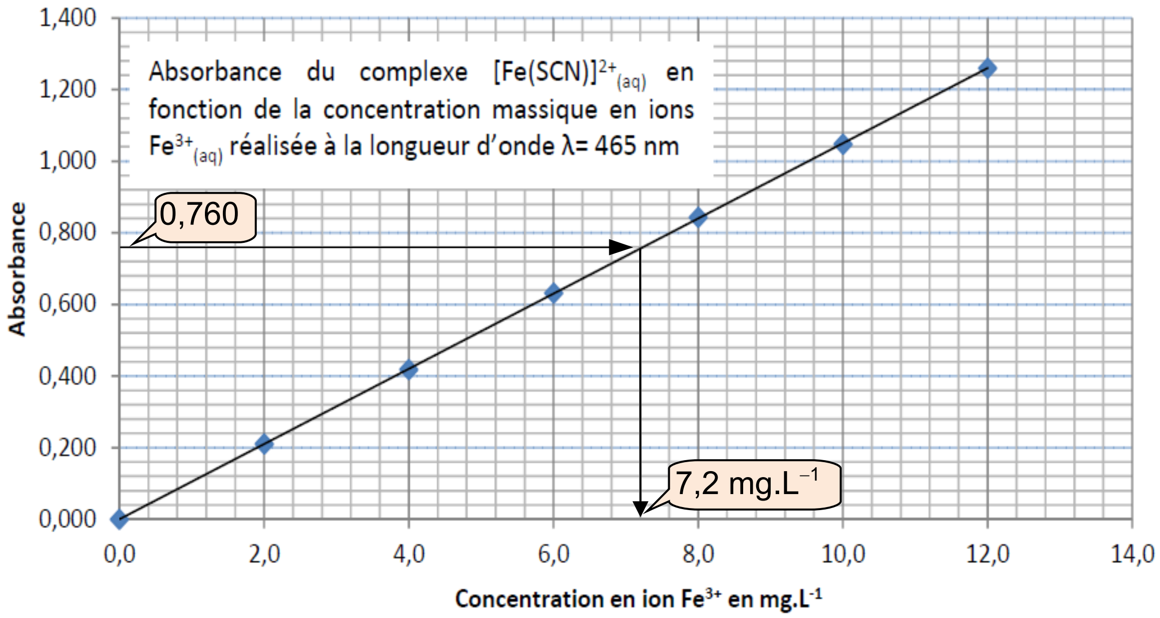
Nom : 5 Janvier 2016 Tale S

BAC BLANC DE PHYSIQUE-CHIMIE

Exercice I : Contrôle d'un vin (4 points)

1. Détermination de la teneur en fer du vin

1. La casse ferrique d'un vin blanc est probable lorsque la concentration massique en élément fer est supérieure à 10 mg.L^{-1}. Pour le vin étudié, la mesure de l'absorbance due aux ions $[Fe(SCN)]^{2+}_{(aq)}$ pour une longueur d'onde λ = 465 nm vaut $\boldsymbol{A}$ **= 0,760**. La concentration massique en ions $Fe^{3+}_{(aq)}$ s'obtient à partir du graphe ci-dessous : * *



La concentration massique en élément fer est de 7,2 mg.L^{-1}. Elle est inférieure à 10 mg.L^{-1} donc la casse ferrique est peu probable.

2. Détermination de l'acidité totale du vin

2.1. Pour prélever un volume V = 10,00 ± 0,04 mL de vin, il faut utiliser de la verrerie de précision, soit ici une **pipette jaugée de 10,00 mL**. * *

2.2. On a la relation : $U_{VE} = 2\, u_{VE}$ avec, pour une burette graduée, $u_{VE} = 0{,}5\, g$ et $g = 0{,}1$ mL. **

Donc : $\boldsymbol{U_{VE}} = 2\times0{,}5\times0{,}1 =$ **0,1 mL.**

Par conséquent : $\boldsymbol{V_E}$ **= 15,5 ± 0,1 mL.**

2.3. Le dioxyde de carbone présent dans l'air se dissout dans le vin sous forme de CO_2,H_2O qui appartient au couple acide base CO_2,H_2O / $HCO_3^-{}_{(aq)}$. Ainsi le CO_2 acidifie le vin. * *

Pour ne titrer par la base $HO^-_{(aq)}$ que l'acidité due à l'acide tartrique, il est donc nécessaire d'éliminer le dioxyde de carbone dissous dans le vin en procédant à une opération préalable de décarbonication.

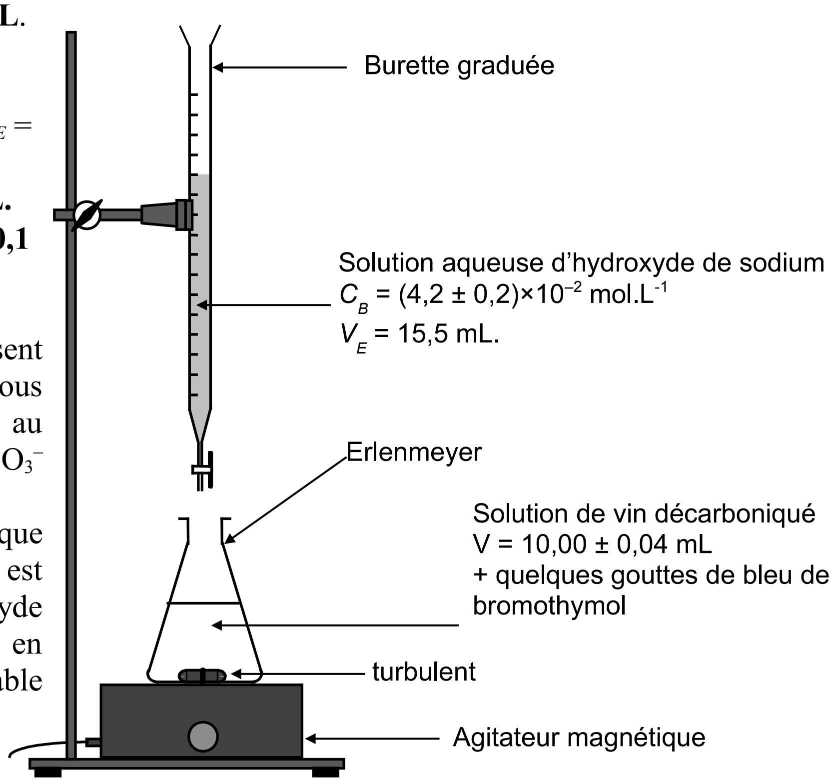


Schéma de montage pour un dosage colorimétrique

2.4. À l'équivalence du titrage, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : $H_2A + 2\ HO^-_{(aq)} \rightarrow A^{2-}_{(aq)} + 2\ H_2O$. * *

* *

Ainsi : $\dfrac{n_0(H_2A)}{1} = \dfrac{n_E(HO^-)}{2}$ soit $\dfrac{C.V}{1} = \dfrac{C_B.V_E}{2}$

et comme la concentration massique est $C_m = C.M$ il vient : $\dfrac{C_m.V}{M} = \dfrac{C_B.V_E}{2}$

soit finalement : $C_m = \dfrac{C_B.V_E.M}{2V}$.

2.5. $C_m = \dfrac{4{,}2\times10^{-2}\times15{,}5\times150}{2\times10{,}00} = 4{,}8825 = \mathbf{4{,}9\ g.L^{-1}}$. *(en laissant les volumes en mL)*

Déterminons l'incertitude sur la concentration massique :

$$U_{C_m} = 2C_m\sqrt{\left(\frac{u_{C_B}}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u_V}{V}\right)^2}$$ * *

$U_{C_m} = 2\times4{,}8825\times\sqrt{\left(\dfrac{0{,}2}{4{,}2}\right)^2 + \left(\dfrac{0{,}1}{15{,}5}\right)^2 + \left(\dfrac{0{,}04}{10{,}00}\right)^2} = 0{,}47\ g.L^{-1}$ majoré à $\mathbf{0{,}5\ g.L^{-1}}$ car on ne conserve qu'un seul chiffre significatif.

Donc : $\boldsymbol{Cm = 4{,}9 \pm 0{,}5\ g.L^{-1}}$.

2.6. Comme C_m est inférieur à $9{,}0\ g.L^{-1}$, ce vin est propre à la consommation. * *

Exercice II : Les dangers de l'éthanol (3 points)

1. Spectroscopie **

1.1. Formules semi-développées *

Éthanol $CH_3–CH_2–\boxed{OH}$

Éthanal $CH_3–\boxed{\begin{array}{c}CH\\ \|\\ O\end{array}}$

1.2. Groupe fonctionnel hydroxyle * *
Famille : alcool

1.3. Groupe fonctionnel carbonyle * *
Famille : aldéhyde

1.4. Le spectre IR2 montre une bande large et intense autour de 3300 cm^{-1} qui caractérise le groupe hydroxyle de l'éthanol. **
Le spectre IR1 montre une bande fine et intense autour de 1700 cm^{-1} qui caractérise le groupe carbonyle de l'éthanal.

1.5.
Le pic à 1,25 ppm est un triplet, c'est donc un groupe d'atomes d'hydrogène possédant 2 atomes d'hydrogène voisins. C'est donc les atomes H de CH_3- **
Le pic à 1,8 ppm est un singulet, c'est donc un groupe d'atomes d'hydrogène ne possédant aucun atome d'hydrogène voisin. il correspond au proton du groupe hydroxyle qui ne possède pas d'atomes d'hydrogène voisins. *
Le pic à 3,7 ppm est un quadruplet, c'est un groupe de proton qui a donc 3 atomes d'hydrogène voisins. C'est donc les deux atomes d'hydrogène de $-CH_2$-
Remarque : on pouvait associer les pics grâce à la courbe d'intégration. Cependant ici, il fallait justifier en utilisant la règle des (n+1)-uplet

Exercice III : Dosage d'un vinaigre (2 points)

a) *L'augmentation de la conductivité de la solution avant l'équivalence est principalement due à l'augmentation de la concentration en ions hydroxyde dans la solution.*
FAUX : Avant l'équivalence, l'ion hydroxyde HO^- est le réactif limitant. Il n'est donc pas présent dans la solution à titrer. **

b) *La conductivité de la solution après l'équivalence n'est due qu'aux ions hydroxyde et ions sodium.*
FAUX : Après l'équivalence la conductivité est dûe à la présence des ions hydroxyde HO^-, des ions sodium Na^+ et des ions éthanoate CH_3COO^- (produit du dosage) **

c) *La quantité de matière d'acide éthanoïque dans la solution titrée est égale à 5,0 mmol.*
***VRAI :** graphiquement on lit un volume équivalent VE = 12,5mL.*
à l'équivalence, on a la relation $n(CH_3COO^-)_{initial} = n(HO^-)_{ajouté}$ **
soit $n\left(CH_3COO^-\right)_{initial} = C \times V_E$ <=> $n\left(CH_3COO^-\right)_{initial} = 12{,}5.10^{-3} \times 4.10^{-1}$
=> ***$n(CH_3COO^-)_{initial} = 5.10^{-3}$ mol= 5mmol***

d) *Le degré du vinaigre titré est égal à 8,0.*
FAUX :
dans 5g de vinaigre on 5.10^{-3} mol d'acide soit une masse $m = n \times M = 5.10^{-3} \times 60 = 0{,}3\,g$
donc dans 100g de vinaigre on a $0{,}3 \times 20 = 6g$ d'acide. Donc un degré égal à **6,0**.

**

Exercice IV : Super Héros en danger (6 points)

1. Mouvement ascensionnel de Rocketeer

1.1. Pour la phase 1 : par définition $\overrightarrow{a_G} = \frac{d\vec{v}}{dt} \approx \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, soit ici $\overrightarrow{a_G} \approx \frac{\overrightarrow{v_1} - \overrightarrow{v_0}}{\Delta t} \approx \frac{\overrightarrow{v_1}}{\Delta t}$.

Ainsi le vecteur accélération a même sens et même direction que le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_1}$. **

Le mouvement est vertical, la direction de $\overrightarrow{a_G}$ est verticale. **

Le mouvement est ascensionnel, $\overrightarrow{a_G}$ est orienté vers le haut.

Pour la phase 2 : $\overrightarrow{a_G} = \frac{d\vec{v}}{dt} \approx \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ avec $\vec{v} = \overrightarrow{Cte}$ ainsi $\overrightarrow{a_G} = \vec{0}$.

1.2.1 L'autre force qui s'exerce sur le système M est son poids $\vec{P}$. **

1.2.2. Pour que le système décolle, il faut que la valeur de la force de poussée $\vec{F}$ (orientée vers le haut) soit supérieure à celle du poids $\vec{P}$ (orientée vers le bas).

F > P

F > m_R . g

F > 120 × 10

F > 1200 N résultat conforme à la proposition C qui, seule, indique une valeur supérieure à 1200 N. **

Remarque : il est possible de faire une réponse plus rigoureuse en appliquant la 2ème loi de Newton au système M et en utilisant la condition $a_y > 0$ ce qui implique $P_y + F_y > 0$

soit $-P + F > 0$ donc $F > P$

< 0 orienté vers le bas *>0 orienté vers le haut*

1.2.3. D'après l'énoncé, la valeur de la force de poussée est « égale au produit du débit massique de gaz éjecté par la vitesse d'éjection de ces gaz » donc $F = D_f.v_f = \frac{m_f}{\Delta t_1}.v_f$. * *

Ainsi, $m_f = \frac{F.\Delta t_1}{v_f}$ $m_f = \frac{1600 \times 3,0}{2 \times 10^3}$ => ***m_f= 2,4 kg*** *comme indiqué.*

1.2.4. calcul de la vitesse v_1

- Le système étudié est Rocketeer et son équipement
- Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen
- Le bilan des forces : le poids $\vec{P}$ et la force de poussée $\vec{F}$ les autres forces sont négligées.
- Le repère est (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) est a pour origine le sol

  Les coordonées des vecteurs forces sont : $\vec{P}\begin{cases}0\\-P\end{cases}$ et $\vec{F}\begin{cases}0\\F\end{cases}$
- Les conditions initiales : $\overrightarrow{OM}(t=0)\begin{cases}0\\0\end{cases}$ $\vec{v}(t=0)\begin{cases}0\\0\end{cases}$
- 2ème loi de Newton : Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées au système est égal au produit de sa masse par son vecteur accélération : $\Sigma\vec{F}_{ext}=m\times\vec{a}$ *** ***

  ici on a donc $\vec{P}+\vec{F}=m\times\vec{a}$ => $\begin{cases}0+0 & =m\times a_x\\-P+F & m\times a_y\end{cases}$ => $\begin{cases}a_x=0\\a_y=\dfrac{-P+F}{m}\end{cases}$ *** ***

  => $\vec{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=\dfrac{-m\times g+F}{m}\end{cases}$ => $\vec{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=-g+\dfrac{F}{m}\end{cases}$ $\vec{a}\begin{cases}a_x=0\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}\\a_y=3{,}3\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}\end{cases}$ => **a=3,3m.s^{-2}**

- calcul du vecteur vitesse $\vec{v}$ on sait que $\vec{a}=\dfrac{d\vec{v}}{dt}$

  donc $\begin{cases}a_x=\dfrac{dv_x}{dt}\\a_y=\dfrac{dv_y}{dt}\end{cases}$ => $\begin{cases}\dfrac{dv_x}{dt}=0\\\dfrac{dv_y}{dt}=a_y\end{cases}$ => $\begin{cases}v_x=A\\v_y=a_y\times t+B\end{cases}$ où A et B sont des constantes.

  avec les conditions initiales $\vec{v}(t=0)\begin{cases}0\\0\end{cases}$ on trouve que A=0 et B=0.

  soit $\begin{cases}v_x=0\\v_y=a_y\times t\end{cases}$ **=>** $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$ **v(t)=3,3t**

  Calcul de la vitesse pour t = 3,0s : v_1=3,3*3=> **v_1=10 m.s^{-1}**

2. Problème technique

2.1. D'après l'énoncé, la vitesse du système à la date t = 0 est nulle : on peut donc éliminer les courbes C et D. *

De plus, le système tombe verticalement donc le vecteur vitesse est orienté vers le bas et avec l'orientation de l'axe Oy choisie $V_y < 0$. **

Seule la courbe A est cohérente avec la situation présentée.

2.2. Déterminer les équations horaires de la chute de Rocketeer

- Le système étudié est Rocketeer et son équipement
- Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen
- Le bilan des forces : Rocketeer est en chute libre il n'est donc soumis qu'à son poids $\vec{P}$
- Le repère est (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) est a pour origine le sol et est indiqué sur le schéma de l'énoncé.

  Les coordonées des vecteurs sont : le poids : $\vec{P}\begin{cases}0\\-P\end{cases}$ l'intensité de pesanteur $\vec{g}\begin{cases}0\\-g\end{cases}$
- Les conditions initiales : $\overrightarrow{OM}(t=0)\begin{cases}0\\y_0\end{cases}$ $\vec{v}(t=0)\begin{cases}0\\0\end{cases}$
- $2^{ème}$ loi de Newton : Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées au système est égal au produit de sa masse par son vecteur accélération : $\Sigma\vec{F}_{ext}=m\times\vec{a}$ * *

  ici on a donc $\vec{P}=m\times\vec{a}$ => $\vec{a}=\vec{g}$ => $\vec{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=-g\end{cases}$ (a=10m.s^{-2})

  &p;a;{{a_x_ =0#a_y_=-g } * *
- calcul du vecteur vitesse $\vec{v}$ on sait que $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$

  donc $\begin{cases}a_x=\frac{dv_x}{dt}\\a_y=\frac{dv_y}{dt}\end{cases}$ => $\begin{cases}\frac{dv_x}{dt}=0\\\frac{dv_y}{dt}=-g\end{cases}$ => $\begin{cases}v_x=A\\v_y=-g\times t+B\end{cases}$ où A et B sont des constantes.

  avec les conditions initiales $\vec{v}(t=0)\begin{cases}0\\0\end{cases}$ on trouve que A=0 et B=0. soit $\begin{cases}v_x=0\\v_y=-g\,t\end{cases}$
- calcul du vecteur position $\overrightarrow{OM}$ à tout instant t on sait que $\vec{v}=\frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$

  donc $\begin{cases}v_x=\frac{dx}{dt}=0\\v_y=\frac{dy}{dt}=-g\,t\end{cases}$ => $\overrightarrow{OM}\begin{cases}x(t)=C\\y(t)=-\frac{1}{2}\times g\times t^2+D\end{cases}$ où C et D sont des constantes

  avec les conditions initiales $\overrightarrow{OM}(t=0)\begin{cases}0\\y_0\end{cases}$ on trouve C=0 et D=y_0

  Donc $\overrightarrow{OM}\begin{cases}x(t)=0\\y(t)=-\frac{1}{2}\times g\times t^2+y_0\end{cases}$ d'où $y(t)=-\frac{1}{2}\times 10\times t^2+80$ => **y(t)=-5t²+80**

2.3- Batman sauvera-t-il Rocketeer ?

Il faut que Batman arrive sur le lieu de décollage avant que Rocketeer ne touche le sol.
D'après l'équation précédente, la durée de chute t_C est telle que $y(t_C) = -5.t_C^2 + 80 = 0$. * *

Donc $t_C = \sqrt{\frac{-80}{-5}}$ = 4,0 s. *

il doit parcourir une distance de 10 km en 4,0s. donc une vitesse moyenne de $v=\frac{d}{t}$

$v=\frac{d}{t}=\frac{10000\text{m}}{4\text{s}}$ **$v_{moyenne}$=2500m.s^{-1}**

Pour que Rocketeer soit sauvé, il faut que la Batmobile roule à une vitesse impressionnante, proche de 7 fois la vitesse du son (Mach 7). Il semble impossible que Batman ait le temps d'intervenir. Les aventures de Rocketeer risquent de s'arrêter lors de cet épisode.

Exercice V : Etude d'un sondeur (5 points)

1. Le sondeur doit comporter un capteur de température car la célérité de l'onde ultrasonore qu'il émet dépend (entre autres) de la température. Et cette célérité intervient dans la durée entre l'émission et la réception de l'onde. **

Dans les conditions de l'exercice : S = 35 ‰ et θ = 10°C **

Par lecture graphique, **v = 1490 m.s^{-1}**.

2. La longueur d'onde étant la distance parcourue par l'onde à la célérité *v* durant une période *T* :

$\lambda = v.T = \dfrac{v}{f}$ $\qquad \lambda = \dfrac{1490}{83 \times 10^3}$ = 1,8×10^{-2} m = **1,8 cm** **
**

Les sardines tout comme les thons sont grands par rapport à la longueur d'onde, donc au regard de l'article de Pour La Science, la réflexion des ondes ultrasonores sera directionnelle et le sondeur pourra les détecter.

Cependant, on peut penser que plus l'organisme marin est grand, et plus la réflexion de l'onde est directionnelle et donc une plus grande intensité du signal reviendra vers le sondeur.

Le sondeur étudié serait alors plus performant pour détecter un thon (≈ 1 m) qu'une sardine (≈ 0,10 m).

3. L'onde effectue un aller-retour, soit une distance égale à 2*d*, en une durée Δ*t*. * *

$v = \dfrac{2d}{\Delta t}$ donc $d = \dfrac{v.\Delta t}{2}$ $\qquad d = \dfrac{1500 \times 32 \times 10^{-3}}{2}$ => **d= 24m**

4. Quand un poisson traverse horizontalement à vitesse constante le cône de détection du sondeur, la distance parcourue par l'onde est plus élevée à l'entrée et à la sortie du cône et donc le poisson semble être plus profond qu'en réalité d'où l'allure en « accent circonflexe ». **

5. D'après la question **3.**, le poisson se situe à 24 m de profondeur donc la meilleure plage de mesure est celle allant de 0 à 50 m de profondeur (contre celle allant de 0 à 100 m). **

En effet, il y a 160 pixels verticaux avec une incertitude de 1 pixel soit par proportionnalité : **

160 pixels ◊ 50 m

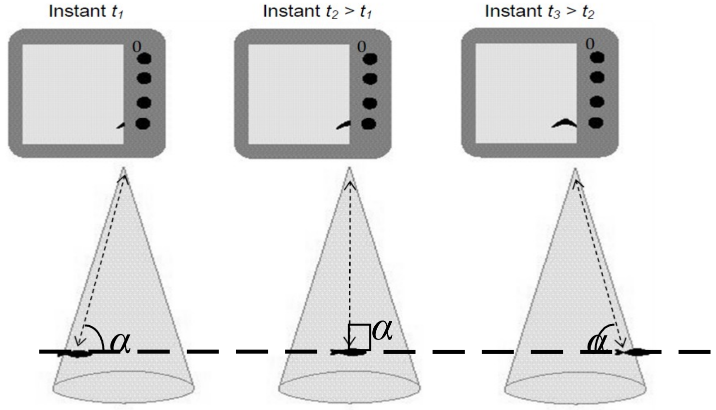
1 pixel ◊ X (en m)

Donc l'incertitude sur la profondeur est de $\dfrac{1 \times 50}{160}$ = 0,31 m (contre $\dfrac{1 \times 100}{160}$ = 0,62 m pour la plage allant de 0 à 100 m).

6. La relation donnant le décalage en fréquence dû à l'effet Doppler est : $|\Delta f| = \dfrac{2v\cos\alpha}{c} \times f$,

ainsi $v = \dfrac{c.|\Delta f|}{2.f.\cos\alpha}$, avec *α*, angle entre la direction de déplacement de l'obstacle et celle de propagation de l'onde entre l'obstacle et l'observateur. **

L'angle *α* varie au cours du déplacement du poisson. Sa valeur n'est connue qu'à l'entrée et à la sortie du cône de détection car on suppose que le constructeur fournit cette donnée au calculateur intégré au sondeur. **



D'après le site www.carnassiers.com

La vitesse de déplacement du poisson ne peut être évaluée qu'aux instants t_1 et t_3.

Remarque : à la date t_2, il est également impossible de déterminer *v* car α = 90° donc cosα = 0,.