

# Correction de l'examen nationale du baccalauréat

## Session normale 2019 science math

### Exercice 1 : chimie

#### I- Suivi cinétique par mesure de volume de gaz

1- Montrons l'expression  $x$  de l'avancement de la réaction :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$					
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)					
initial	0	$n_0$	en excès	---	0	0	en excès
Intermédiaire	$x$	$n_0$	en excès	---	$x$	$x$	en excès
final	$x_f$	$n_0 - x_f$	en excès	---	$x_f$	$x_f$	en excès

D'après le tableau d'avancement :  $n(\text{CO}_2) = x$

D'après l'équation d'état des gaz parfait :  $P.V = n(\text{CO}_2).R.T$  d'où  $P.V(\text{CO}_2) = x.R.T$

$$x = \frac{P}{R.T} \cdot V(\text{CO}_2)$$

$$\text{A.N : } x = \frac{1,02 \cdot 10^5}{8,31 \times 298} \cdot V(\text{CO}_2) \Rightarrow x = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)$$

2- Détermination graphique de  $t_{1/2}$  temps de demi-réaction :

A l'état final :  $V_f(\text{CO}_2) = 60 \text{ mL}$

L'avancement final :  $x_f = 41,2 \cdot V_f(\text{CO}_2)$

$$x_f = 41,2 \times 60 \cdot 10^{-6} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Au temps de demi-réaction on :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

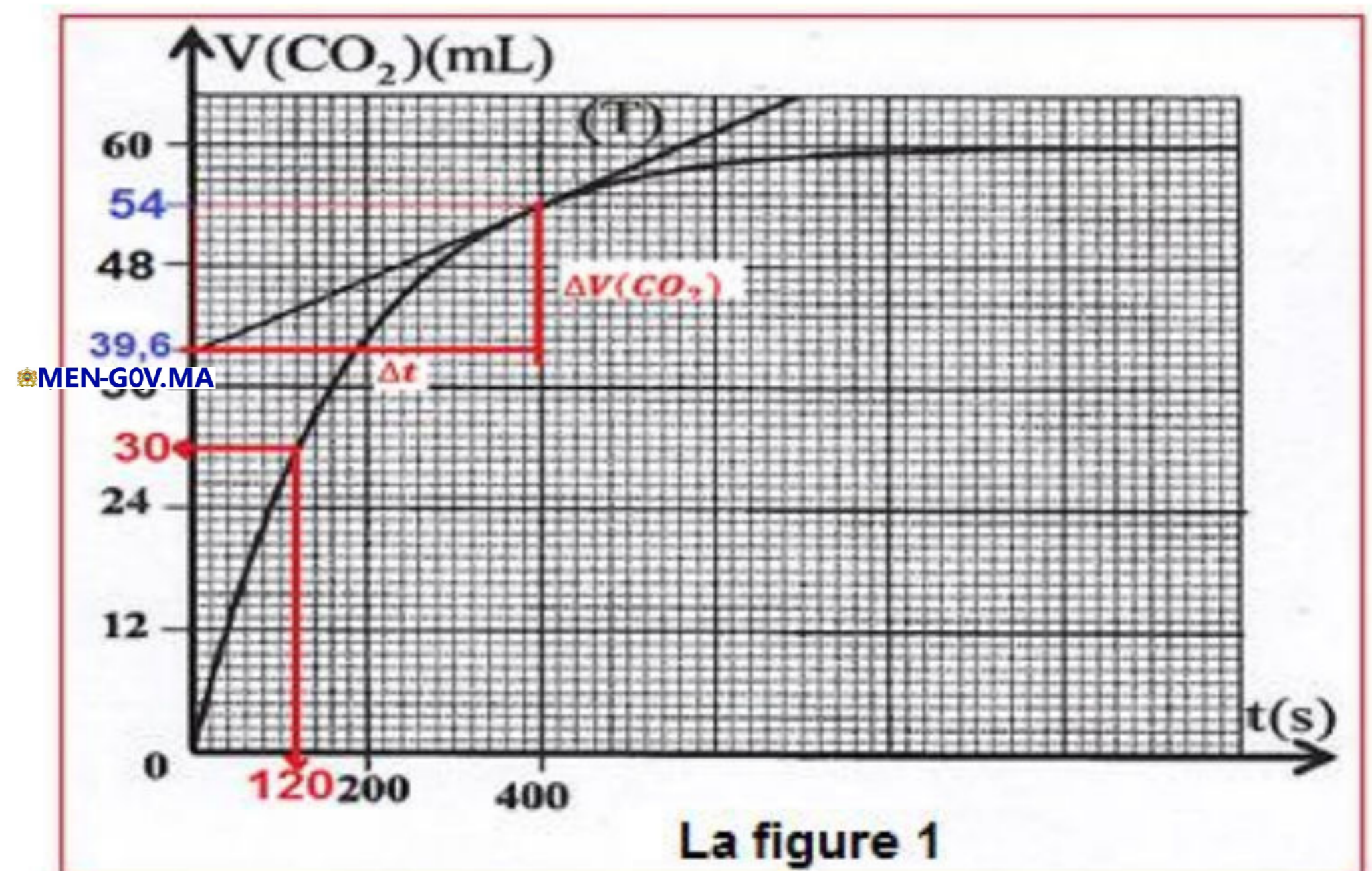
$$x(t_{1/2}) = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)_{t_{1/2}}$$

$$\text{d'où : } V(\text{CO}_2)_{t_{1/2}} = \frac{x(t_{1/2})}{41,2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{41,2}$$

$$\Rightarrow V(\text{CO}_2)_{t_{1/2}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-5} = 30 \text{ mL}$$

D'après le figure (1) on trouve :

$$t_{1/2} = 120 \text{ s}$$



### 3-Détermination de la vitesse volumique de la réaction à $t_1$ :

On a :  $v(t) = \frac{1}{V_S} \cdot \frac{dx}{dt}$  sachant que :  $x = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)$  donc :  $\frac{dx}{dt} = 41,2 \cdot \frac{dV(\text{CO}_2)}{dt}$

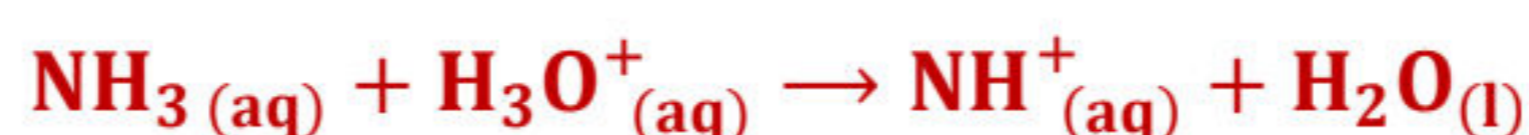
$$v(t) = \frac{1}{V_S} \cdot 41,2 \cdot \frac{dV(\text{CO}_2)}{dt}$$

La vitesse volumique de la réaction à  $t_1$  s'écrit :  $v(t_1) = \frac{41,2}{V_S} \cdot \left( \frac{\Delta V(\text{CO}_2)}{\Delta t} \right)_{t_1}$

**A.N :**  $v(t_1) = \frac{41,2}{100 \cdot 10^{-6}} \times \left[ \frac{(54-39,6) \cdot 110^{-6}}{400-0} \right]_{t_1} \Rightarrow v(t_1) = 1,48 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$

## II- Dosage d'une solution d'ammoniac par une solution d'acide chlorhydrique

1- Equation de la réaction du dosage :



2- La détermination graphique de  $V_{AE}$  :

En utilisant la courbe de la figure 2 on trouve :  $V_{AE} = 10 \text{ mL}$ .

3-Montrons que  $C_D = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  :

Relation d'équivalence :  $C_B \cdot V_B = C_A \cdot V_{AE}$  d'où :  $C_B = \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B}$

Le facteur de dilution :  $\frac{C_D}{C_B} = \gamma$

D'où :  $C_D = \gamma \cdot C_B = 100 \times C_B = \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B} \Rightarrow C_D = 100 \times \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 10}{20} \Rightarrow C_D = 1 \text{ mol/L}$

4-1- Equation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau :



4-2- Détermination à l'aide de la courbe (1) le pH :

Quand  $V_A = 0$  en utilisant la courbe  $\text{pH} = f(V_A)$  on trouve :  $\text{pH} = 10,6$ .

4-3- La détermination par calcul de  $[\text{NH}_3]$  et  $[\text{NH}_4^+]$  :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction	$\text{NH}_3(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+(\text{aq})$	+	$\text{HO}^-(\text{aq})$
Etat initial	$C_B \cdot V_B$		en excès		0		0
Etat final	$C_B \cdot V_B - x_f$		en excès		$x_f$		$x_f$

D'après le tableau d'avancement :  $[\text{NH}_4^+] = [\text{HO}^-] = \frac{x_f}{V_B}$  et  $[\text{NH}_3] = \frac{C_B \cdot V_B - x_f}{V_B} = C_B - \frac{x_f}{V_B} = C_B - [\text{HO}^-]$

Le produit ionique de l'eau :  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HO}^-] = K_e$  d'où :  $[\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}} = K_e \cdot 10^{\text{pH}}$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{HO}^-] = K_e \cdot 10^{\text{pH}}$$

A.N :  $[\text{HO}^-] = 10^{-14} \times 10^{10,6} \Rightarrow [\text{NH}_4^+] = [\text{HO}^-] = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

$[\text{NH}_3] = C_B - [\text{HO}^-] = 10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4} \Rightarrow [\text{NH}_3] = 9,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

4-4- Dédution de la valeur du  $pK_A$  du couple :  $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$  :

$$K_A = \frac{[\text{NH}_3]_{\text{éq}}[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{NH}_3]_{\text{éq}} \cdot 10^{-\text{pH}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}} \quad \text{et} \quad \text{p}K_A = -\log K_A = -\log\left(\frac{[\text{NH}_3]_{\text{éq}} \cdot 10^{-\text{pH}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}}\right)$$

A.N :  $\text{p}K_A = -\log\left(\frac{9,60 \cdot 10^{-3} \times 10^{-10,6}}{3,98 \cdot 10^{-4}}\right) \Rightarrow \text{p}K_A = 9,2$

5- La valeur du  $pK_A$  en utilisant les 3 courbes :

En utilisant la courbe de la figure 2 à la demi-équivalence :  $V_A = \frac{V_{AE}}{2} = 5 \text{ mL}$ ,

on trouve :  $\text{pH} = \text{p}K_A = 9,2$

6-1- Indication de la courbe qui correspond à l'évolution de  $[\text{NH}_3]$  en fonction du volume  $V_A$  :

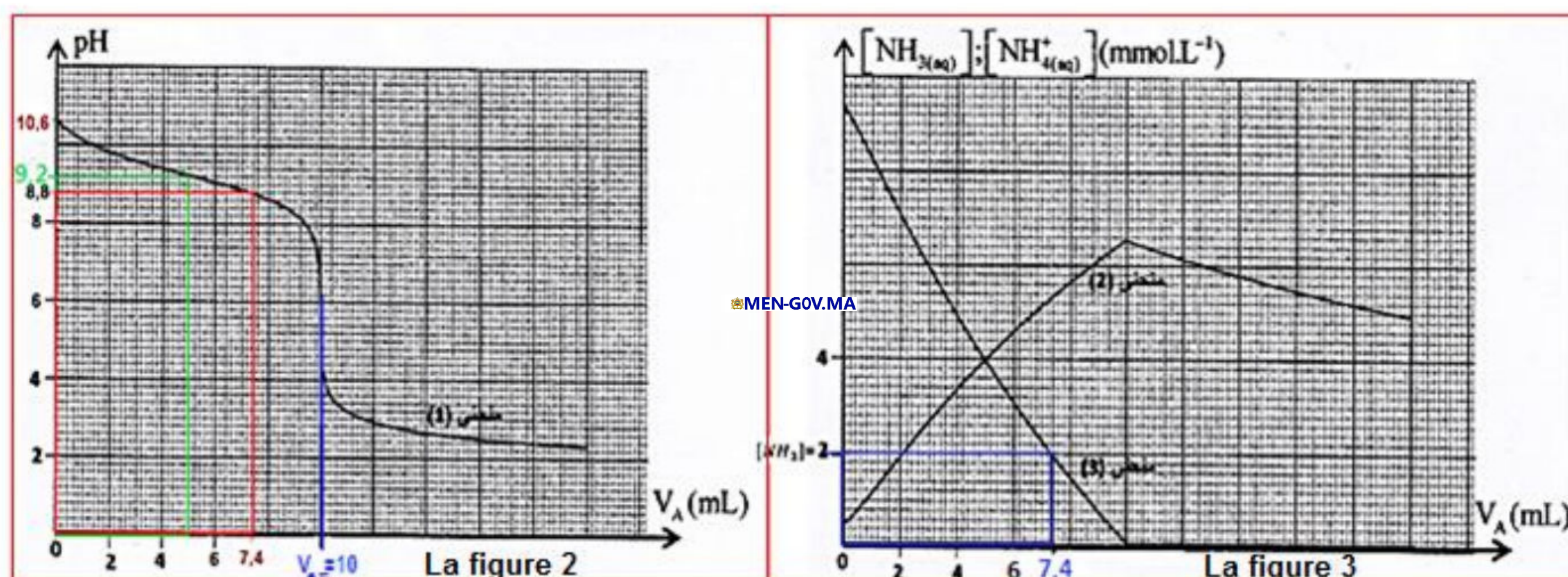
Au cours du dosage on ajoutant la solution de l'acide chlorhydrique, l'ammoniac  $\text{NH}_3$  réagit avec les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  donc la concentration de  $\text{NH}_3$  diminue avant l'équivalence.

**La courbe (3) correspond à  $[\text{NH}_3]$ .**

6-2- Trouvons  $[\text{NH}_3]$  lorsque  $\text{pH} = 8,8$  :

En utilisant la courbe de la figure 2, à  $\text{pH} = 8,8$ , on trouve :  $V_A = 7,4 \text{ mL}$ .

En utilisant la courbe (3) de la figure 3 ; à  $V_A = 7,4 \text{ mL}$ , on trouve :  $[\text{NH}_3] = 2 \text{ mmol.L}^{-1}$ . (Voir figure 2 et 3 ci-dessous).



### III- Electrolyse d'une solution d'acide chlorhydrique

1- L'équation de la réaction qui se produit au niveau de l'anode :

Au niveau de l'anode se produit la réaction de l'oxydation des ions  $\text{Cl}^-$  :  $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$



3-La valeur du  $\text{pH}$  de la solution à  $t = 30 \text{ min}$  :

Pour déterminer la concentration  $[\text{H}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]$  à l'instant  $t$  on dresse tableau d'avancement de la réaction de la réduction cathodique :

Equation de la réaction		$2\text{H}^+_{(\text{aq})}$	+	$2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2(\text{g})$	Quantité de matière d' $\text{e}^-$
Etat du système	avancement	Quantité de matière en (mol)					
Etat initial	0	$C_0 \cdot V_0$		---		0	$n(\text{e}^-) = 0$
Etat à l'instant $t$	$x$	$C_0 \cdot V_0 - 2x$		---		$x$	$n(\text{e}^-) = 2x$

D'après le tableau d'avancement :

$$\begin{cases} [\text{H}^+] = \frac{C_0 \cdot V_0 - 2x}{V_0} \\ n(\text{e}^-) = 2x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [\text{H}^+] = C_0 - \frac{2x}{V_0} \\ 2x = \frac{I \cdot t}{F} \end{cases} \Rightarrow [\text{H}^+] = C_0 - \frac{I \cdot t}{F \cdot V_0}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log\left(C_0 - \frac{I \cdot t}{F \cdot V_0}\right) \Rightarrow \text{pH} = -\log\left(5 \cdot 10^{-2} - \frac{0,50 \times 30 \times 60}{9,65 \cdot 10^4 \times 0,5}\right) \Rightarrow \text{pH} = 1,50$$

## Exercice 2 : Transformation nucléaire

1- Equation de la réaction de la fusion nucléaire :



2- Le nombre d'affirmations exactes est 2 : (b) et (d).

3) 3-1- L'énergie de liaison du noyau de l'hélium est :

$$E_1({}^4_2\text{He}) = E_1 - E_3 = 4,69526 \cdot 10^3 - 4,66697 \cdot 10^3 \Rightarrow E_1({}^4_2\text{He}) = 28,29 \text{ MeV}$$

3-2- L'énergie libérée par la réaction de fusion :

$$|\Delta E| = E_2 - E_3 = 4,68456 \cdot 10^3 - 4,66697 \cdot 10^3 \Rightarrow |\Delta E| = 17,59 \text{ MeV}$$

4- L'énergie libérée par la réaction d'une mole de deutérium et une mole de tritium :

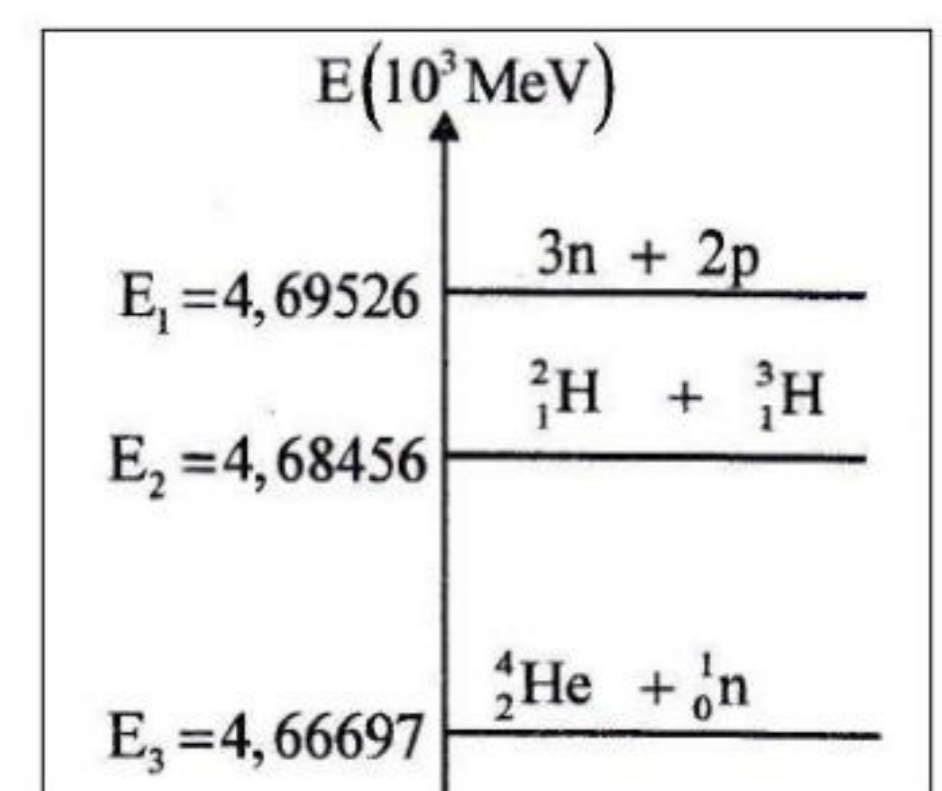
Une mole de nucléides contient le nombre :  $N = N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  nucléides .

$$E = N \cdot |\Delta E| = 6,022 \cdot 10^{23} \times 17,59 \Rightarrow E = 1,059 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$$

5- la valeur de  $n$  :

L'énergie en Joule libérée par la fusion de 2g (mol) de deutérium et 3g (1mol) de tritium est :

$$E = 1,059 \cdot 10^{25} \text{ MeV} = 1,059 \cdot 10^{25} \times 1,6022 \cdot 10^{-13} = 1,697 \cdot 10^{12} \text{ J}$$



$$1 \text{ tep} \xrightarrow{\text{libère l'énergie}} 4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

$$n \text{ tep} \xrightarrow{\text{libère l'énergie}} 1,697 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$n = \frac{1,697 \cdot 10^{12}}{4,2 \cdot 10^{10}} \Rightarrow \mathbf{n = 40,40}$$

## Exercice 3 : L'électricité

### 1- Charge d'un condensateur – Oscillations libres d'un circuit RLC série

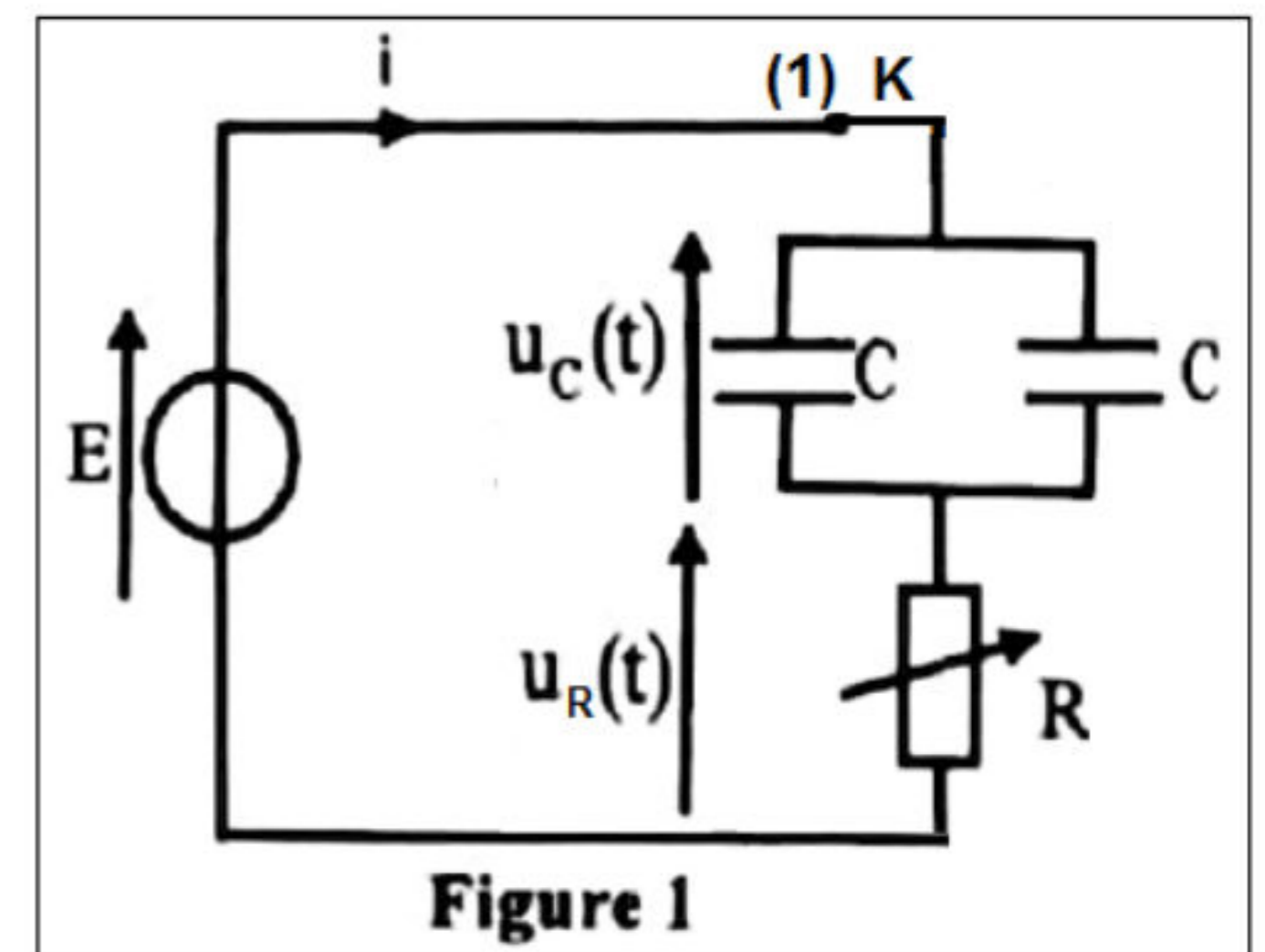
#### 1-1- L'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ :

D'après la loi d'additivité de tension :  $u_R + u_C = E$  (1)

$$u_R = R_0 \cdot i = R_0 \cdot \frac{dq}{dt} = R_0 \cdot \frac{d(C_e \cdot u_C)}{dt} = R_0 \cdot (C + C) \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$= 2R_0 C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$\mathbf{2R_0 C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E}$$

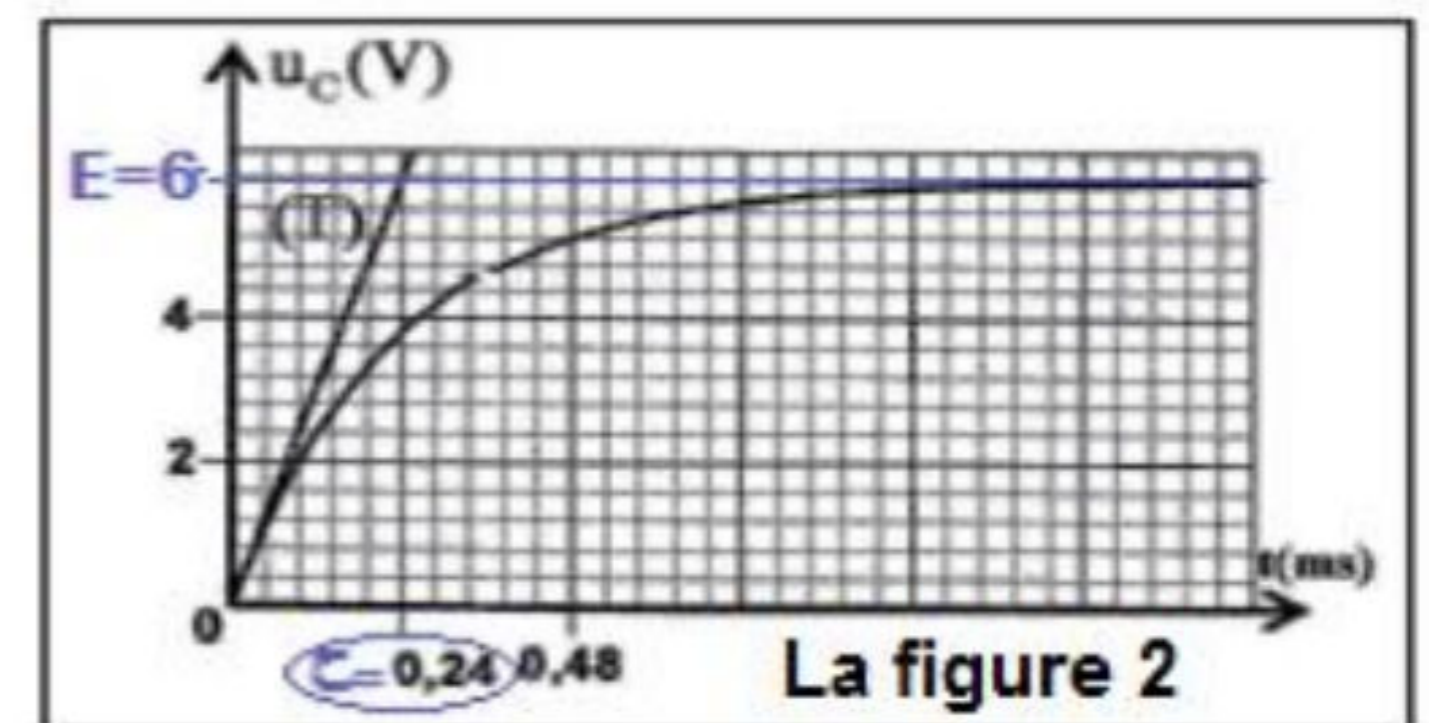


#### 1-2- Détermination de la valeur de $i(0)$ :

D'après la figure 2 :  $u_C(0) = 0$  et  $u_C(\infty) = E = 12 \text{ V}$

La relation (1) :  $u_R(0) + u_C(0) = E$  d'où :  $R_0 \cdot i(0) = E$

$$i(0) = \frac{E}{R_0} = \frac{6}{10^3} \Rightarrow i(0) = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A} \Rightarrow \mathbf{i(0) = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}}$$



#### 1-3- Vérification de la valeur de la capacité $C$ :

Selon la figure 2 :  $\tau = 0,24 \text{ ms}$  sachant que :  $\tau = 2R_0 C$

d'où :  $C = \frac{\tau}{2R_0}$  **A.N :**  $C = \frac{0,24 \cdot 10^{-3}}{2 \times 10^3} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ F} \Rightarrow \mathbf{C = 120 \text{ nF}}$

#### 1-4- K en position (2) à $t=0$

##### 1-4-1- L'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ :

D'après la loi d'additivité de tension :  $u_L + u_R + u_C = 0$  (2)

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot \frac{d}{dt} \left( \frac{dq}{dt} \right) = L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} \text{ et } u_R = R_0 \cdot i = R_0 \cdot \frac{dq}{dt} \text{ et } q = 2Cu_C \Rightarrow u_C = \frac{q}{2C}$$

$$L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + R_0 \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{2C} \cdot q = 0 \Rightarrow \mathbf{\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R_0}{L} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{2L \cdot C} \cdot q = 0}$$

### 1-4-2- L'expression de la dérivée par rapport au temps de $E_T$ :

L'expression de l'énergie totale :  $E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2}C \cdot u_C^2 + \frac{1}{2}L \cdot i^2$

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C \cdot 2u_C \cdot \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{2}L \cdot 2i \cdot \frac{di}{dt} = u_C \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + L \cdot i \cdot \frac{di}{dt} = u_C \cdot i + L \cdot i \cdot \frac{di}{dt} = i \left( u_C + L \cdot \frac{di}{dt} \right)$$

$$(2) \Rightarrow u_L + u_R + u_C = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + R_0 \cdot i + u_C = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + u_C = -R_0 \cdot i$$

$$\frac{dE_T}{dt} = -R_0 \cdot i^2$$

La diminution de  $E_T$  au cours du temps est dû à la dissipation de l'énergie par effet joule au niveau de la résistance du conducteur ohmique.

## 2- Oscillateur RLC série en régime forcé

### 2-1- Détermination de la fréquence $N_0$ :

A la résonance on a :  $N_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$

$$\text{A.N : } N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2,5 \cdot 10^{-3} \times 120 \cdot 10^{-9}}} = 9188,81 \text{ Hz} \Rightarrow \mathbf{N_0 \approx 9,19 \text{ kHz}}$$

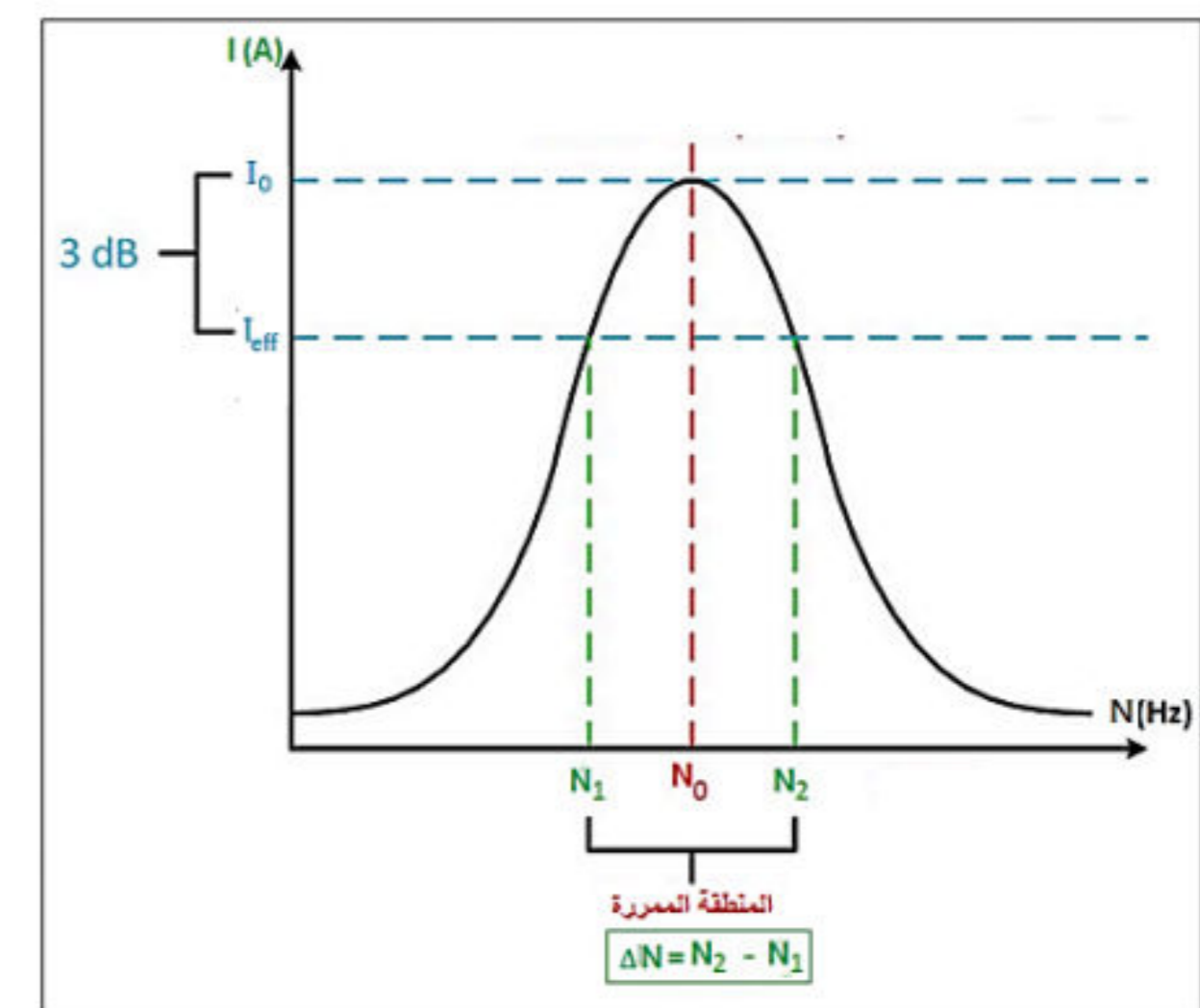
### 2-2- Vérification que $N_1$ et $N_2$ délimitent la bande passante : (voir figure ci-contre)

Pour que les deux fréquences  $N_1$  et  $N_2$  délimitent la bande passante il faut que :  $I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

$$\text{A.N : } I_{\text{eff}} = \frac{0,71}{\sqrt{2}} \Rightarrow \mathbf{I_{\text{eff}} = 0,50 \text{ A}}$$

Déduction de la valeur du facteur de qualité  $Q$  :  $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

$$\text{A.N : } Q = \frac{9,19}{12,90 - 6,54} \Rightarrow \mathbf{Q = 1,44}$$



### 2-3- Calcul de la valeur $R_1$ :

L'impédance  $Z$  du circuit à la résonance s'écrit :  $Z = R_1 = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot I_0}$

$$\text{A.N : } R_1 = \frac{100}{0,707\sqrt{2}} \Rightarrow \mathbf{R_1 = 100 \Omega}$$

### 2-4- Calcul de la puissance moyenne dissipée par effet Joule, à la résonance :

$$P_{\text{th}} = R_0 \cdot I_0^2 \quad \text{A.N : } P_{\text{th}} = 100 \times 0,707^2 = 49,98 \Rightarrow \mathbf{P_{\text{th}} \approx 50 \text{ W}}$$

## 3- réception d'une onde hertzienne :

### 3-1- Signification de « démoduler le signal reçu » :

Éliminer l'onde porteuse et la tension continue pour obtenir le signal démoduler.

### 3-2- Association le graphe correspondant à chacun des tensions $u_{QM}$ et $u_{TM}$ :

La courbe (1) correspond à la tension  $u_{QM}$ , car la diode bloque les alternances négatives et obtient une tension redressée.

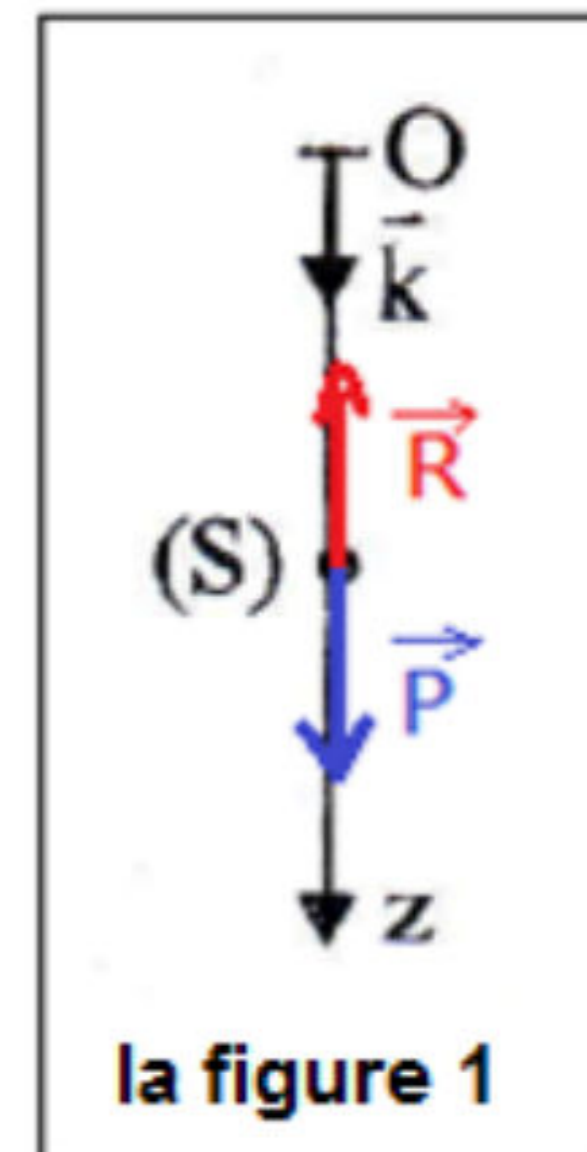
La courbe (2) correspond à la tension  $u_{TM}$ , car cette étape élimine la tension continue et obtention du signal modulant.

## Exercice 4 : Mécanique

### Partie I : Etude de la chute d'une bille

1- Montrons l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v$  :

- Système étudié : {La bille (S)}
- Bilan des forces :
  - Poids de (S) :  $\vec{P} = m\vec{g} = m \cdot g \cdot \vec{k}$
  - Action de l'air modélisée par la force :  $\vec{R} = -\lambda \cdot \vec{v} = -\lambda \cdot v \cdot \vec{k}$
- Application de la deuxième loi de Newton dans un repère terrestre supposé galiléen :  $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$



Projection sur l'axe oz :

$$mg - \lambda \cdot v = m \cdot a \Rightarrow a + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g \Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$$

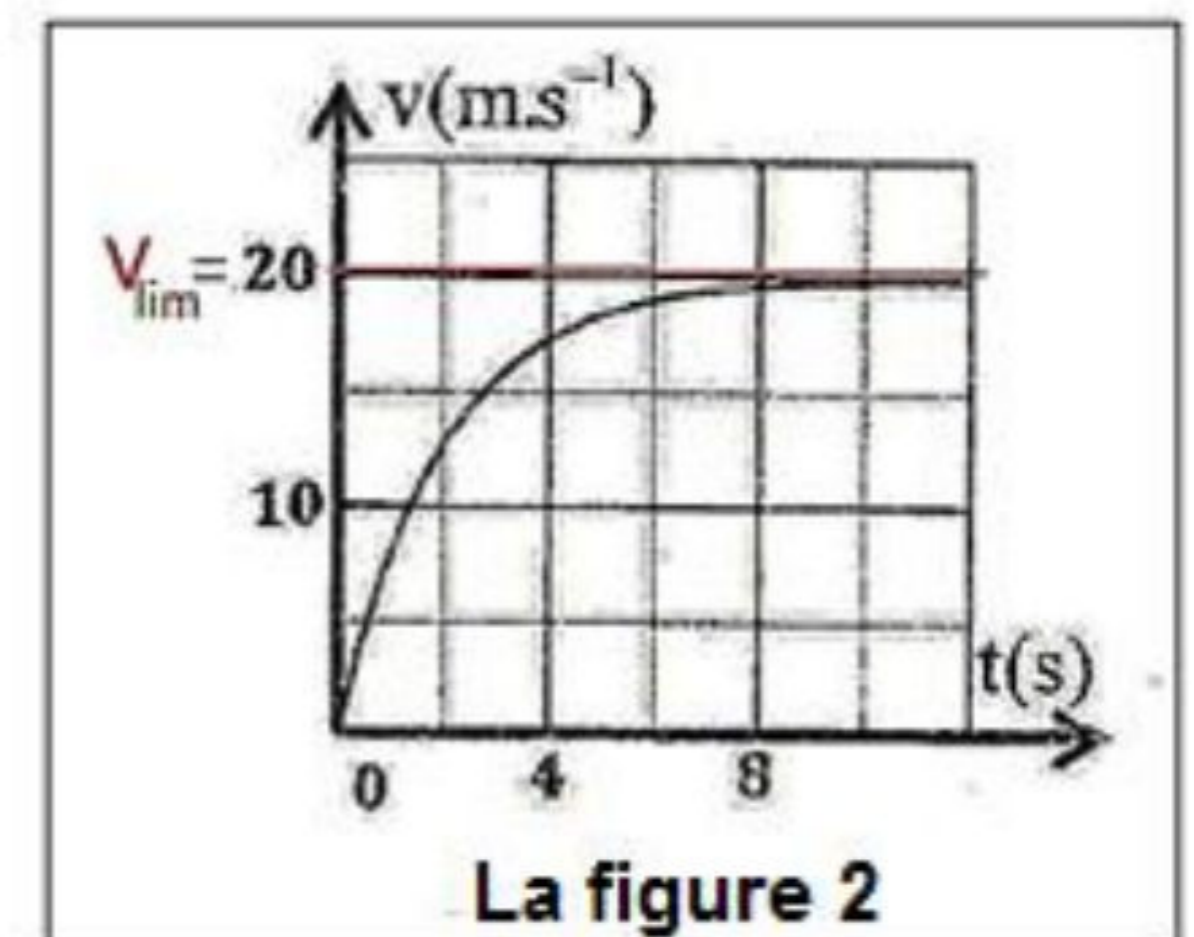
2- La valeur de  $\lambda$  :

Quand le régime permanent se rétablit, on a :

$$v = v_{\text{lim}} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{alors :} \quad \frac{dv}{dt} = \frac{dv_{\text{lim}}}{dt} = 0$$

$$\text{L'équation différentielle s'écrit : } \frac{\lambda}{m} \cdot v_{\text{lim}} = g \quad \text{d'où : } \lambda = \frac{m \cdot g}{v_{\text{lim}}}$$

$$\text{A.N : } \lambda = \frac{0,1 \times 10}{20} \Rightarrow \lambda = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{MEN-GOV.MA}$$



3- Comparaison de R et P pendant le régime transitoire et permanent :

- ❖ Pendant le régime transitoire la vitesse de la bille augmente successivement tel que :

$$v < v_{\text{lim}} \Rightarrow v < \frac{m \cdot g}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cdot v < m \cdot g \Rightarrow \mathbf{R < P}$$

- ❖ Pendant le régime permanent la vitesse de la bille reste constante est égale à la vitesse limite tel que :

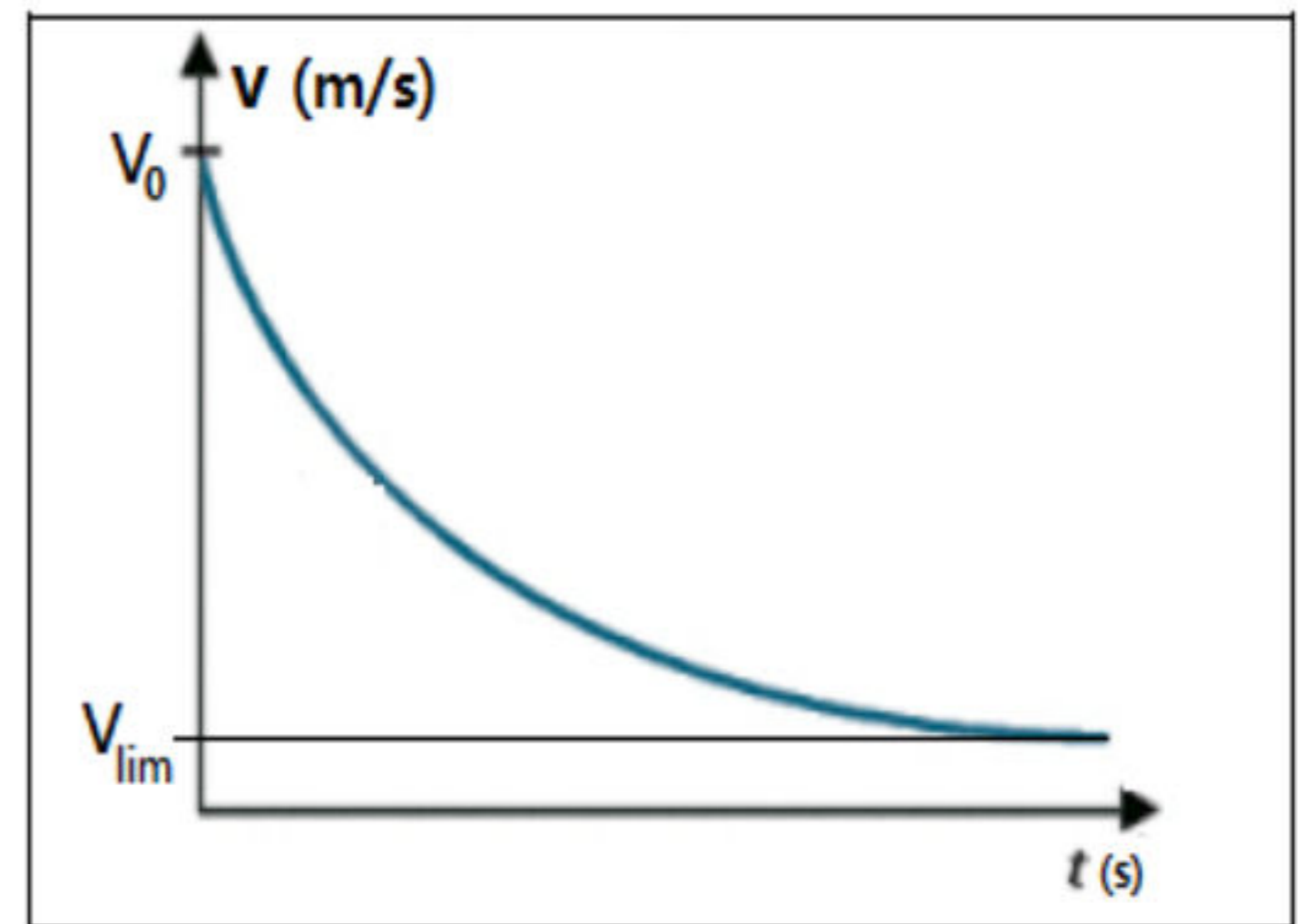
$$v = v_{\text{lim}} \Rightarrow v = \frac{m \cdot g}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cdot v = m \cdot g \Rightarrow \mathbf{R = P}$$

4- L'allure de la courbe représentant l'évolution de la vitesse  $v(t)$  :

L'expression de la vitesse :  $v(t) = A + B \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

$$v_0 = v(0) = A + B > 0$$

$$v_{\text{lim}} = A > 0$$



## Partie II – Etude du mouvement d'un oscillateur : le gravimètre

1- L'équation différentielle vérifiée par  $\theta$  :

❖ Système étudié : {La tige OA}

❖ Bilan des forces :

$\vec{P}$  : poids de la tige ;  $\vec{R}$  : action de l'axe de rotation et action du couple de torsion de moment  $M_{\Delta}$ .

❖ Application de la relation fondamentale de la dynamique dans le cas de rotation dans un repère terrestre supposé galiléen :

$$M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{R}) + M_{\Delta} = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$$

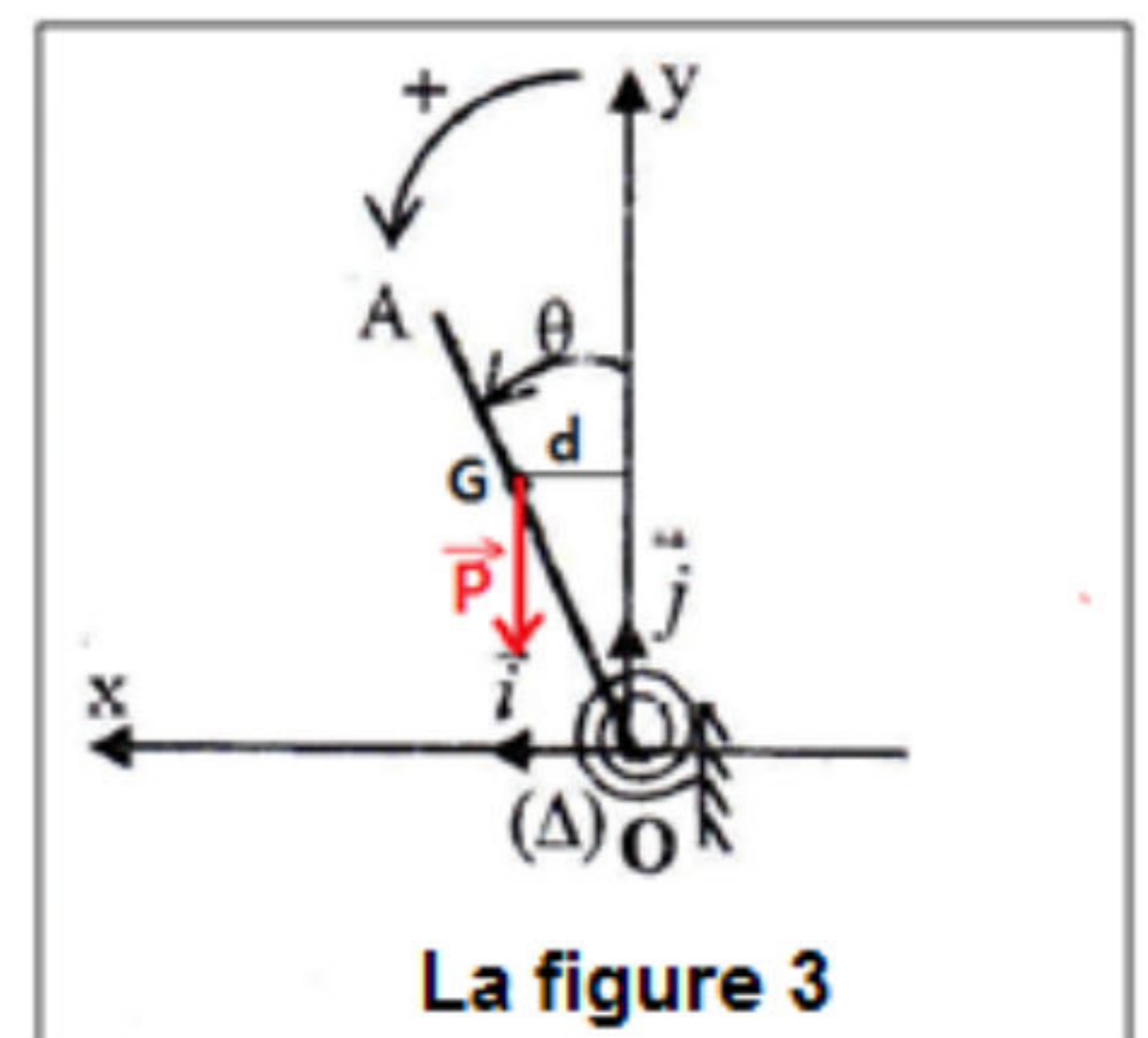
$$M_{\Delta}(\vec{R}) = 0 \text{ et } M_{\Delta}(\vec{P}) = mgd = mg \cdot OG \cdot \sin\theta = mgl \cdot \sin\theta$$

$$m \cdot gl \cdot \sin\theta - C \cdot \theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$$

Pour les petits angles :  $\sin\theta \approx \theta$  d'où :  $m \cdot gl \cdot \theta - C \cdot \theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$

$$J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta} + (C - mgl)\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \left( \frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_{\Delta}} \right) \theta = 0$$



©MEN-GOV.MA

2-1-Montrons l'expression de l'énergie de potentielle totale de l'oscillateur :

$$E_P = E_{Pt} + E_{pp}$$

$E_{pp} = mgy + Cte$  l'état de référence  $E_{pp} = 0$  à  $y = 0$  donc :

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot y = m \cdot g \cdot l \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot l \left( 1 - \frac{\theta^2}{2} \right)$$

$E_{Pt} = \frac{1}{2} C \cdot \theta^2 + Cte$  l'état de référence  $E_{Pt} = 0$  à  $\theta = 0$  donc :  $E_{Pt} = \frac{1}{2} C \cdot \theta^2$

$$E_P = m \cdot g \cdot l \left( 1 - \frac{\theta^2}{2} \right) + \frac{1}{2} C \cdot \theta^2 \Rightarrow E_P = \frac{1}{2} (C - m \cdot g \cdot l) \cdot \theta^2 + m \cdot g \cdot l$$

## 2-2-Etablirons de nouveau l'équation différentielle par étude énergétique :

Puisque les frottements sont négligeables, on a :  $E_T = \text{cte}$  , c'est-à-dire :  $\frac{dE_T}{dt} = 0$

$$E_T = E_C + E_P = \frac{1}{2}J_\Delta \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}(C - m \cdot g \cdot l) \cdot \theta^2 + m \cdot g \cdot l$$

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}J_\Delta \cdot 2\dot{\theta} \cdot \ddot{\theta} + \frac{1}{2}(C - m \cdot g \cdot l) \cdot 2\theta \cdot \dot{\theta} = J_\Delta \cdot \dot{\theta} \left[ \ddot{\theta} + \left( \frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta} \right) \theta \right] = 0$$

$$\ddot{\theta} + \left( \frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta} \right) \theta = 0$$

### 2-3-1- Trouvons l'expression de $T_0$ :

$$\theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right) \Rightarrow \dot{\theta}(t) = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot \theta_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$$

$$\ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \theta(t)$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \theta(t) + \left(\frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta}\right) \theta(t) = 0 \Rightarrow \theta(t) \left[ -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \left(\frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta}\right) \right] = 0$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \left(\frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta}\right) = 0 \Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \left(\frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta}\right)$$

$$\frac{T_0}{2\pi} = \sqrt{\frac{J_\Delta}{C - m \cdot g \cdot l}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_\Delta}{C - m \cdot g \cdot l}}$$

### 2-3-2- Calcul de $g$ :

$$\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \left(\frac{C - m \cdot g \cdot l}{J_\Delta}\right) \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{C - mgl}{J_\Delta} \Rightarrow C - mgl = \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot J_\Delta \Rightarrow C - mgl = \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot J_\Delta$$

Conclusion :

$$g = \frac{1}{ml} \left( C - \frac{4\pi^2 \cdot J_\Delta}{T_0^2} \right)$$

**A.N :**  $g = \frac{1}{0,1 \times 0,584} \left( 1,4 - \frac{4 \times 10 \times 2,5 \cdot 10^{-2}}{1,1^2} \right) \Rightarrow g = 9,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

2-4-1- La détermination graphique de la valeur de  $E_m$  :

A  $\theta = \theta_m$  on a :  $\dot{\theta} = 0$  c'est-à-dire :

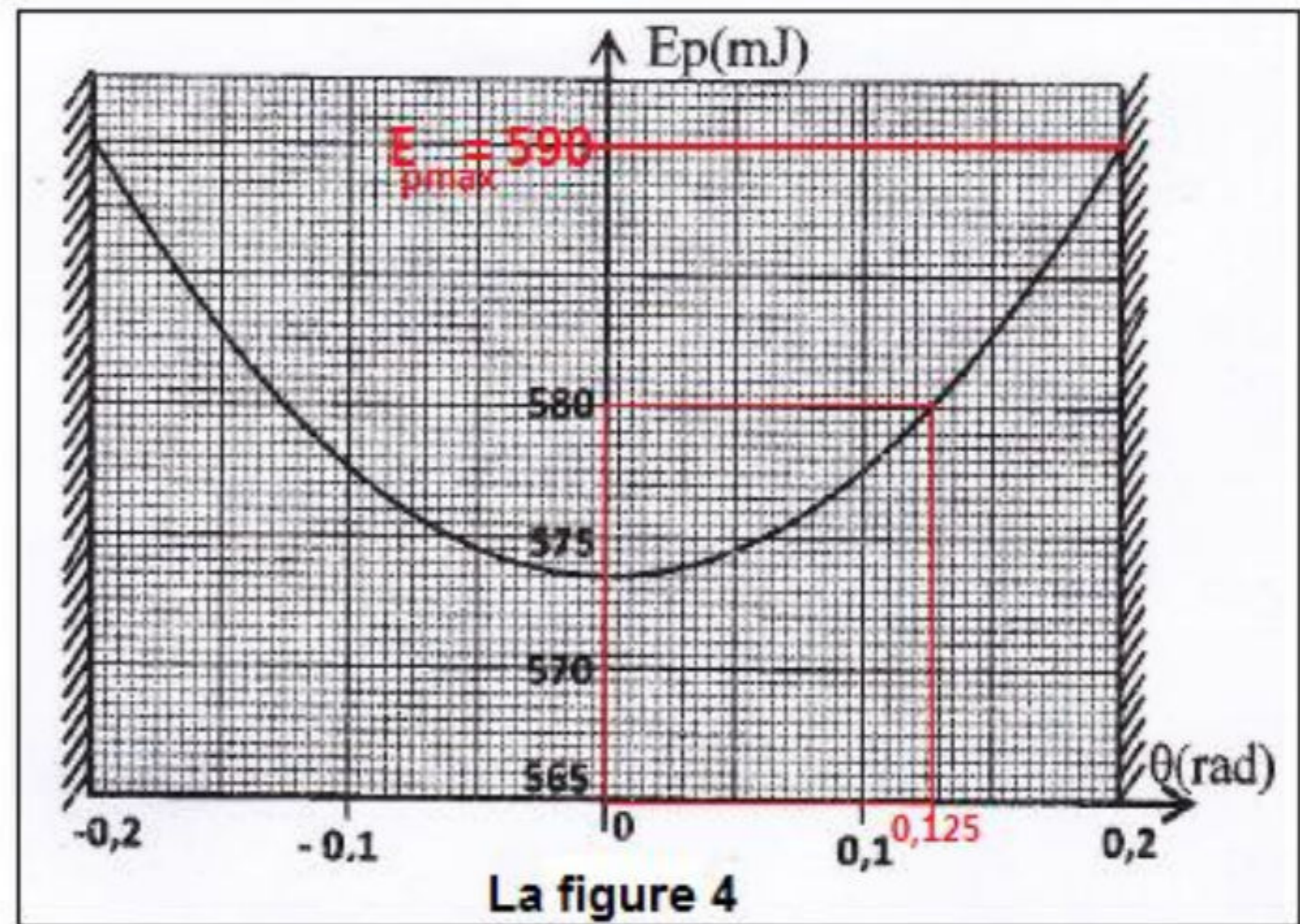
$$E_m = E_{p\max} = 590 \text{ mJ}$$

2-4-2- La valeur absolue de  $\dot{\theta}$  :

Quand :  $\theta = 0,125 \text{ rad}$  d'après la figure 4 :

on trouve :  $E_p = 580 \text{ mJ}$  (Voir figure 4).

On a :  $E_T = E_C + E_P = \frac{1}{2}J_\Delta \cdot \dot{\theta}^2 + E_P$  c'est-à-dire :  $\frac{1}{2}J_\Delta \cdot \dot{\theta}^2 = E_m - E_p$



$$\dot{\theta} = \pm \frac{E_m - E_p}{\frac{1}{2}J_\Delta} = \pm \frac{2(E_m - E_p)}{J_\Delta}$$

$$|\dot{\theta}| = \frac{2(E_m - E_p)}{J_\Delta} \Rightarrow |\dot{\theta}| = \frac{2(590 - 580) \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow |\dot{\theta}| = 0,89 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$