

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا**  
**المسالك الدولية - خيار فرنسية**  
**الدورة العادية 2008**  
**- الموضوع -**

المركز الوطني للتقويم  
 والامتحانات والتوجيه

|   |              |                                      |                  |
|---|--------------|--------------------------------------|------------------|
| 3 | مدة الإنجاز: | <b>الفيزياء والكيمياء</b>            | المادة :         |
| 7 | المعامل:     | مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية) | الشعبة / المسلك: |

*L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé*

*Le sujet comporte 4 exercices*

**Chimie : (7 pts) :**

- ✚ Etude des propriétés d'un acide carboxylique.

**Physique : (13 pts) :**

*Exercice 1 : (2 pts)*

- ✚ Les transformations nucléaires - Applications dans le domaine médical.

*Exercice 2 : (5 pts)*

- ✚ Electricité - Les utilisations du condensateur.

*Exercice 3 : (6 pts)*

- ✚ Mécanique - Etude de la chute d'un corps solide dans un champ de pesanteur uniforme.

**Les différentes parties des exercices sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre différent.**

## CHIMIE

## Propriétés d'un acide carboxylique

L'Ibuprofène est un acide carboxylique de formule brute  $C_{13}H_{18}O_2$ . Il est considéré parmi les médicaments anti-inflammatoires qui soulagent les douleurs et la fièvre. On le trouve dans les pharmacies sous forme de sachets qui portent la notation 200mg soluble dans l'eau.

On note l'acide Ibuprofène par  $RCOOH$  et sa base conjuguée par  $RCOO^-$ .

**Données :**

-  $M(RCOOH) = 206 \text{ g.mol}^{-1}$

- Toutes les mesures ont été effectuées à la température  $25^\circ\text{C}$

**Partie 1 : Détermination de la constante d'équilibre de l'acide Ibuprofène avec l'eau :**

On dissout une masse  $m=200\text{mg}$  d'acide  $RCOOH$ , contenu dans un sachet d'Ibuprofène, dans l'eau pure, pour obtenir une solution aqueuse ( $S_0$ ) de concentration  $C_0$  et de volume  $V_0 = 100\text{ml}$ .

1.1. Calculer  $C_0$  (**0.75pts**)

1.2. La mesure du pH de la solution  $S_0$  a donnée la valeur  $\text{pH}=3,17$  :

1.2.1. Vérifier, à l'aide du tableau d'avancement, que la réaction d'Ibuprofène avec l'eau est limitée. (**1.25pts**)

1.2.2. Donner l'expression du quotient de réaction  $Q_r$  de cette transformation. (**0.5pts**)

1.2.3. Montrer que l'expression de  $Q_r$  à l'équilibre, s'écrit sous la forme  $Q_{r,eq} = \frac{x_{max} \cdot \tau^2}{V_0(1-\tau)}$ , avec  $\tau$  : le taux d'avancement final de la réaction et  $x_{max}$  : l'avancement maximal exprimé en mol. (**1pt**)

1.2.4. Déduire la valeur de la constante d'équilibre  $k$  de la réaction étudiée. (**0.75pts**)

**Partie 2 : Vérification de la grandeur transcrite sur le sachet :**

Pour vérifier la valeur de la masse transcrite sur le sachet, on dissout la même masse (200mg) dans un volume  $V_B=60.0\text{mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxide de sodium ( $Na^+_{aq} + HO^-_{aq}$ ) de concentration  $C_B=3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , pour obtenir une solution aqueuse (S).

(on considère que le volume de la solution (S) est  $V_B$ )

2.1. Etablir l'équation de la réaction entre l'acide  $RCOOH$  et la solution ( $S_B$ ), en considérant que la réaction est totale. (**0.75pts**)

2.2. Montrer que la quantité de matière  $n_i(HO^-)$  des ions  $HO^-$ , initialement présents dans la solution ( $S_B$ ) est plus grande que la quantité de matière  $n_i(RCOOH)$  dissoute. (On considère que la valeur transcrite sur le sachet est exacte). (**0.5pts**)

**Traduction : A. EL AAMRANI**

2.3. Pour doser les ions  $\text{HO}^-$  restants dans la solution (S), on ajoute à un volume  $V=20,0\text{ml}$ , de cette solution (S), une solution aqueuse ( $S_A$ ) d'acide chloridrique de concentration  $C_A=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On obtient l'équivalence après avoir versé  $V_{AE}=27,7\text{ml}$  de la solution ( $S_A$ ).

Au cours du dosage, seuls les ions  $\text{HO}^-$  restants dans la solution (S) réagissent avec les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  issus de la solution ( $S_A$ ), selon l'équation :  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

2.3.1. Trouver la quantité de matière des ions  $\text{HO}^-$  qui ont réagis avec l'acide  $\text{RCOOH}$  contenu dans le sachet (1pt)

2.3.2. Calculer la masse d'acide d'Ibuprofène contenu dans le sachet. Conclure. (0.5pts)

### PHYSIQUE Exercice 1 : Les transformations nucléaires - Applications dans le domaine médical

La médecine est l'un des principaux domaines dans lesquels sont appliquées de nombreuses activités nucléaires. Des substances radioactives sont associées au diagnostic des maladies et à la thérapie. Parmi les substances utilisées, on trouve le sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  qui permet d'étudier le flux sanguin dans l'organisme humain.

1. Le sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  est un nucléide radioactif, sa désintégration conduit à la formation du nucléide de magnésium  $^{24}_{12}\text{Mg}$

1.1. Ecrire l'équation de la désintégration d'un nucléide de sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  et préciser le type de cette radioactivité (0.5pts)

1.2. Calculer  $\lambda$ , la constante radioactive, de ce nucléide sachant que la demi-vie du sodium 24 est  $t_{\frac{1}{2}}=15 \text{ h}$  (0.25pts)

2. Suite à un accident de circulation, une personne a perdu un volume de sang. Afin de déterminer le volume sanguin perdu, on injecte au patient à l'instant  $t_0 = 0$  un volume  $v_0 = 5,00 \text{ ml}$  d'une solution de sodium 24 de concentration  $c_0 = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ .

2.1. Déterminer  $n_1$  la quantité de matière du sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  restante dans le sang du patient à l'instant  $t_1=3\text{h}$  (0.5pts)

2.2. Calculer l'activité  $a_1$  de cet échantillon à l'instant  $t_1$ .

(Constante d'Avogadro  $N_a = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ) (0.25pts)

2.3. A l'instant  $t_1=3\text{h}$ , l'analyse d'une prise de sang du patient de volume  $v_2 = 2,00\text{ml}$ , indique la présence de  $n_2 = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$  de sodium 24.

En déduire le volume  $V_p$  du sang perdu, en considérant que l'organisme humain contient 5L du sang, et que le sodium est uniformément réparti dans le sang. (0.5pts)

Traduction : A. EL AAMRANI

### Exercice 2 : Electricité - Les utilisations du condensateur

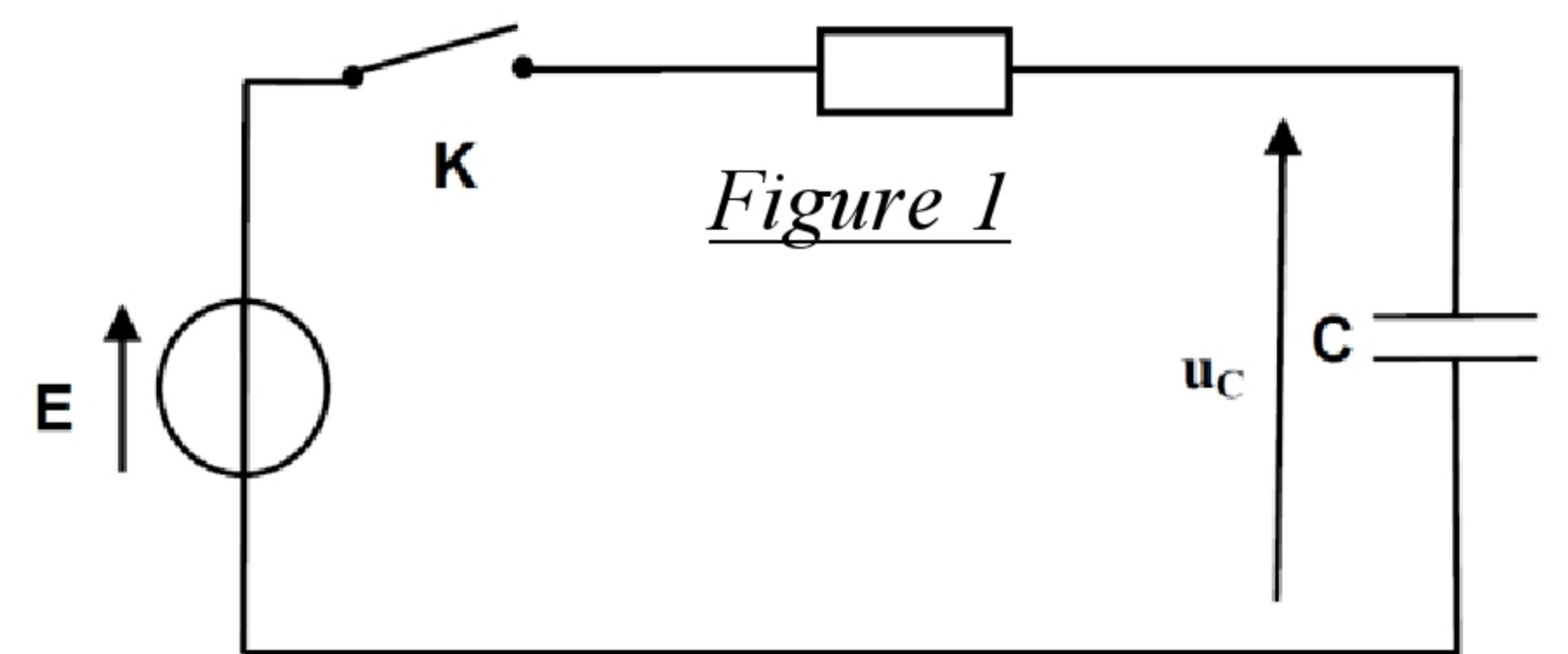
Les condensateurs sont caractérisés par leur aptitude à stocker l'énergie électrique et à la récupérer au besoin. Ce qui permet d'utiliser les condensateurs dans plusieurs appareils comme le fonctionnement de flash qui équipe quelques appareils photos.

#### Partie 1 : La charge du condensateur

On réalise le montage expérimental représenté dans la *figure 1* et qui est constitué d'un condensateur déchargé de capacité  $C$  et associé en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R$  et un interrupteur  $K$ . Le dipôle RC subit un échelon de tension défini comme suit :

\* Pour  $t < 0$  :  $U=0$  \* Pour  $t > 0$  :  $U=E$  avec  $E = 12V$ .

On ferme le circuit à l'instant  $t=0$  et on observe, à l'aide d'une interface d'acquisition, sur l'écran d'un ordinateur, les variations de la tension  $U_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps  $U_c=f(t)$ , comme le montre la *figure 2*.



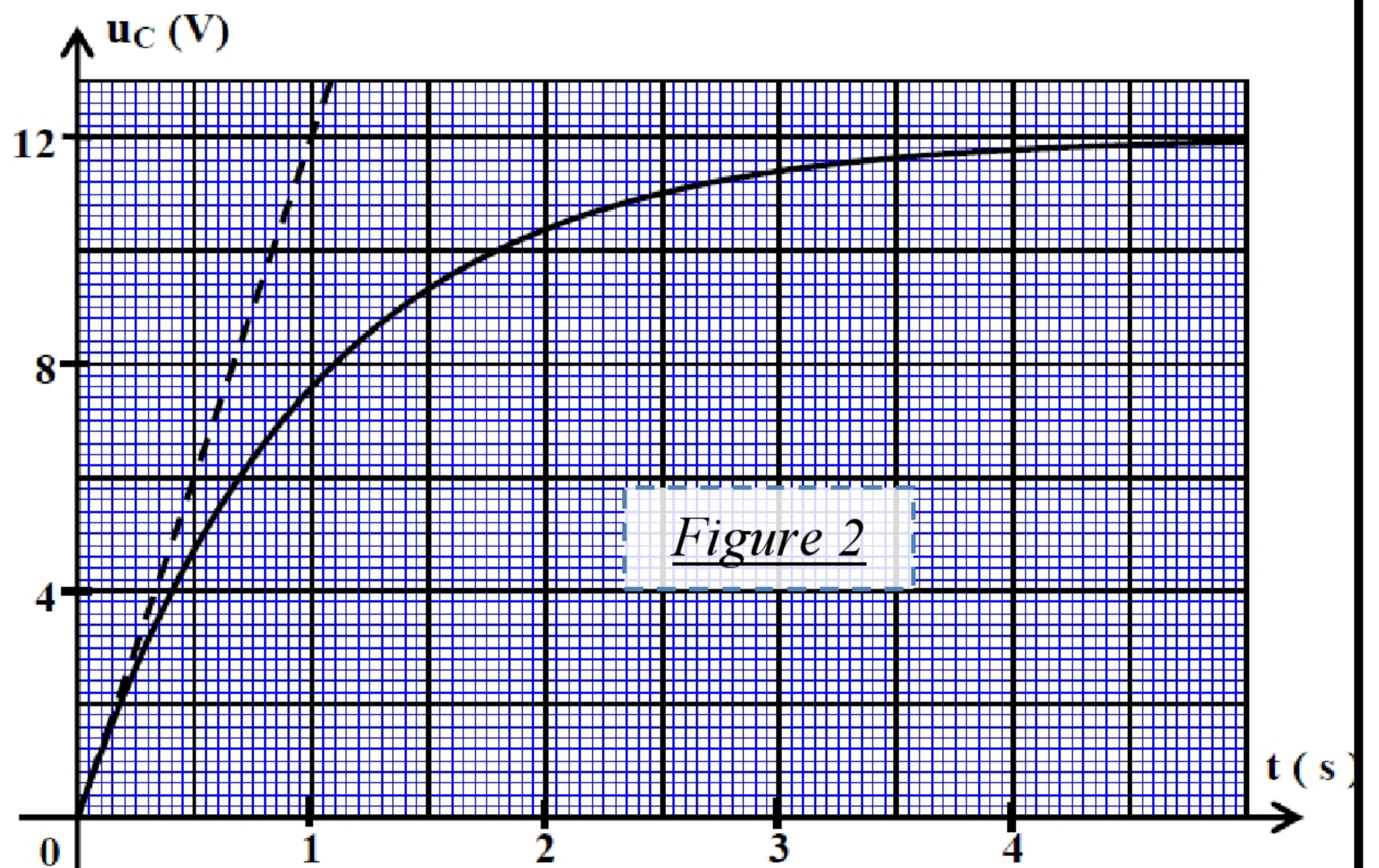
1.1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $U_c(t)$  (1pt)

1.2. Montrer que l'expression  $U_c(t) = E.(1-e^{-t/\tau})$  est la solution de l'équation différentielle pour  $t \geq 0$ ; avec  $\tau$  est la constante de temps. (0.5pts)

1.3. Donner l'expression de  $\tau$  et montrer, à l'aide de l'analyse dimensionnelle, que  $\tau$  est homogène au temps. (0.5pts)

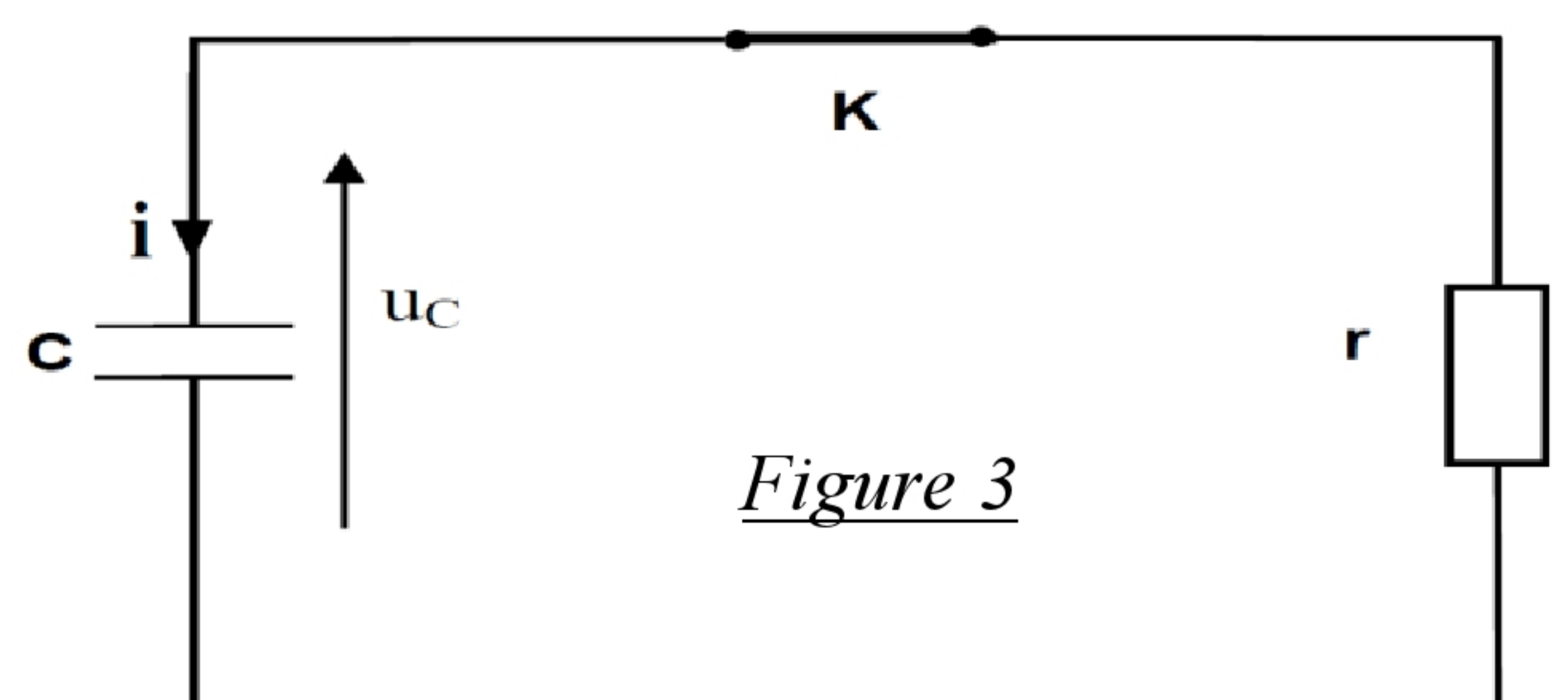
1.4. Déterminer  $\tau$  graphiquement et déduire que la valeur de  $C$  est  $C = 100\mu F$ . On donne  $R=10k\Omega$  (0.75pts)

1.5. Calculer l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur en régime permanent. (0.75pts)



#### Partie 2 : La décharge du condensateur

Le fonctionnement normal du flash de l'appareil photo demande une importante énergie qui ne peut pas être délivrée en utilisant le générateur précédent. Pour trouver l'énergie nécessaire, le condensateur précédent se charge à l'aide d'un circuit électronique qui permet d'appliquer une tension constante, de valeur  $U_c=360 V$ , entre les bornes du condensateur.



Traduction : A. EL AAMRANI

A l'instant  $t=0$ , le condensateur est déchargé dans le flash de l'appareil photo que nous assimilons à un conducteur ohmique de résistance  $r$  (*figure 3*), la tension varie aux bornes du condensateur selon l'équation suivante :  $U_c=360.e^{-t/r'}$ . Avec  $\tau'$  la constante du temps et  $U_c(t)$  est exprimée en Volt (V).

**2.1.** Trouver la valeur de  $r$  la résistance du flash de l'appareil photo, sachant que la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur  $U_c(t)=132.45$  V à l'instant  $t=2\text{ms}$  (**1pt**)

**2.2.** Expliquer comment faut-il choisir la résistance du flash de l'appareil photo pour assurer une décharge rapide du condensateur. (**0.5pts**)

### Exercice 3 : Mécanique - Étude de la chute d'un corps solide dans un champ de pesanteur uniforme

Parfois, les hélicoptères sont utilisés pour acheminer des aides humanitaires aux régions touchées par des désastres et qui sont inaccessibles par les voies routières.

Une caisse de matières alimentaires de centre d'inertie  $G_0$  est lâchée depuis un hélicoptère s'élevant d'une hauteur constante  $H$  du sol avec une vitesse verticale constante  $\vec{v}_0$ . La caisse tombe sur terre en un point  $T$  (*Figure 1*).

On étudie le mouvement de  $G_0$  dans un repère orthonormé  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  lié au référentiel terrestre, considéré galiléen.

On donne :

$g=10\text{m.s}^{-1}$  (l'intensité de pesanteur) et  $H=405\text{m}$ . On néglige les dimensions de la caisse.

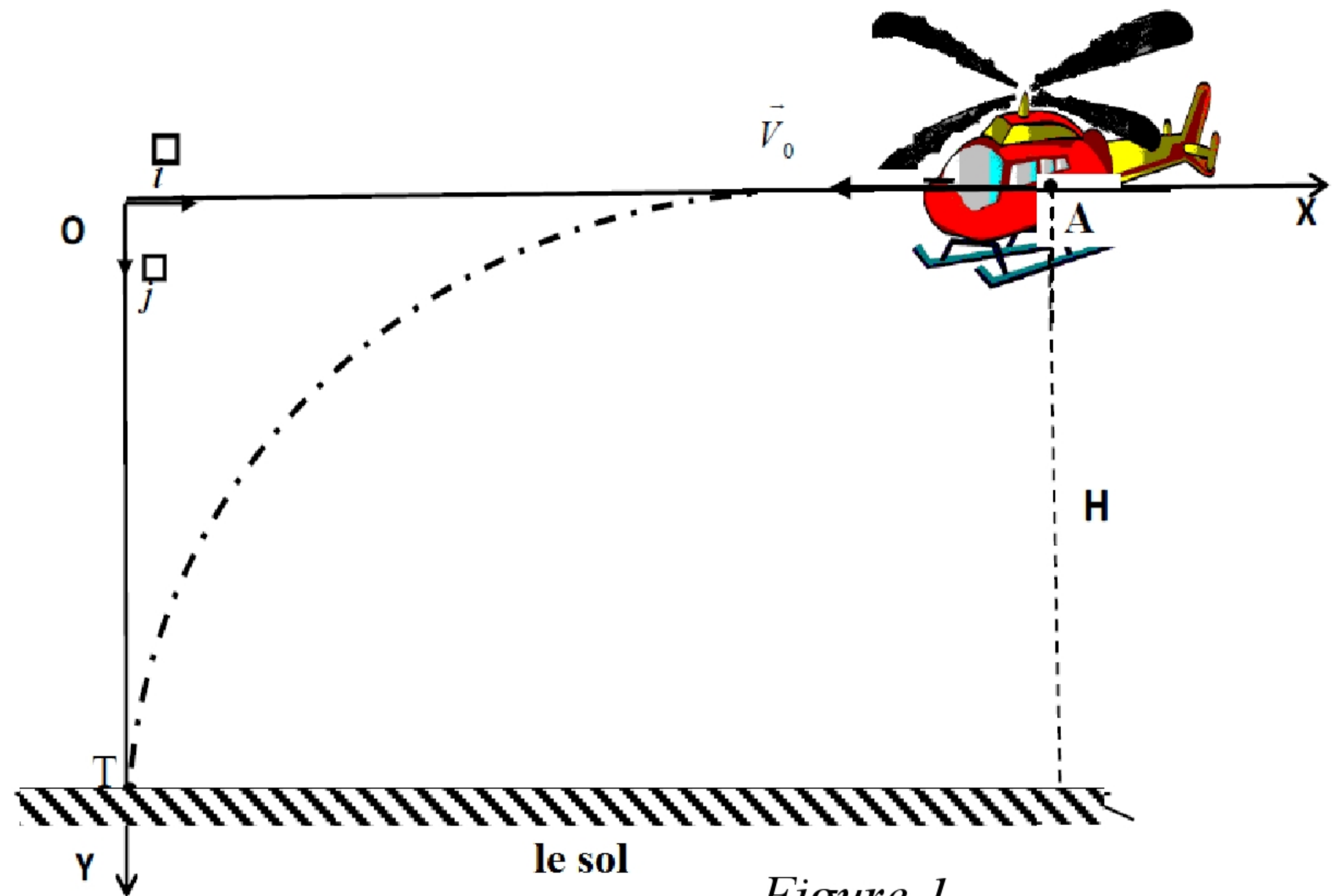


Figure 1

#### Partie 1 : Etude de la chute libre

On néglige les frottements de l'air sur la caisse.

La caisse tombe à l'instant  $t=0$  à partir du point  $A(x_A=450\text{m}; y_A=0)$  avec une vitesse initiale verticale  $\vec{V}_0$  d'une valeur  $V_0=50\text{m.s}^{-1}$ .

**1.1.** Trouver, en appliquant la 2ème loi de Newton, les deux équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement de  $G_0$  dans le repère  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ . (**1.5pts**)

**1.2.** Préciser l'instant où la caisse arrive au sol. (**0.75pts**)

**1.3.** Trouver l'équation de la trajectoire du mouvement de  $G_0$ . (**0.5 pts**)

### Partie2 : Etude de la chute avec frottement

Pour ne pas détruire les matières alimentaires quand elles arrivent au sol, la caisse est attachée à un parachute afin de ralentir sa chute. L'hélicoptère reste immobile à la même hauteur H qu'auparavant au point O. La caisse tombe avec son parachute verticalement sans vitesse initiale à l'instant  $t_0=0$ .

Les forces de frottements avec l'air sont données par la relation  $\vec{f} = -100 \cdot \vec{v}$ , avec  $\vec{v}$  le vecteur vitesse de la caisse à l'instant t.

On néglige la poussée d'Archimède pendant la chute.

On donne la masse du système {La caisse et le parachute} :  $m=150$  kg

2.1. Trouver l'équation différentielle dans le repère  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  que vérifie la vitesse de  $G_1$  le centre d'inertie du système. (1.25pts)

2.2. La courbe de la figure 2 représente la variation de la vitesse de  $G_1$  en fonction du temps; préciser la vitesse limite  $V_{lim}$  et le temps caractéristique  $\tau$  de la chute. (0.5pts)

2.3. Donner une valeur approximative de la durée du régime transitoire. (0.5pts)

2.4. En se basant sur la méthode d'Olère et le tableau suivant, préciser la valeur de la vitesse  $v_4$  et celle de l'accélération  $a_4$ . (1pt)

|                 |       |      |      |      |       |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| $t_i(s)$        | 0     | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4   | 0,5  | 0,6  |
| $v_i(m.s^{-1})$ | 0     | 1,00 | 1,93 | 2,80 | $v_4$ | 4,37 | 5,08 |
| $a_i(m.s^{-2})$ | 10,00 | 9,33 | 8,71 | 8,12 | $a_4$ | 7,07 | 6,60 |

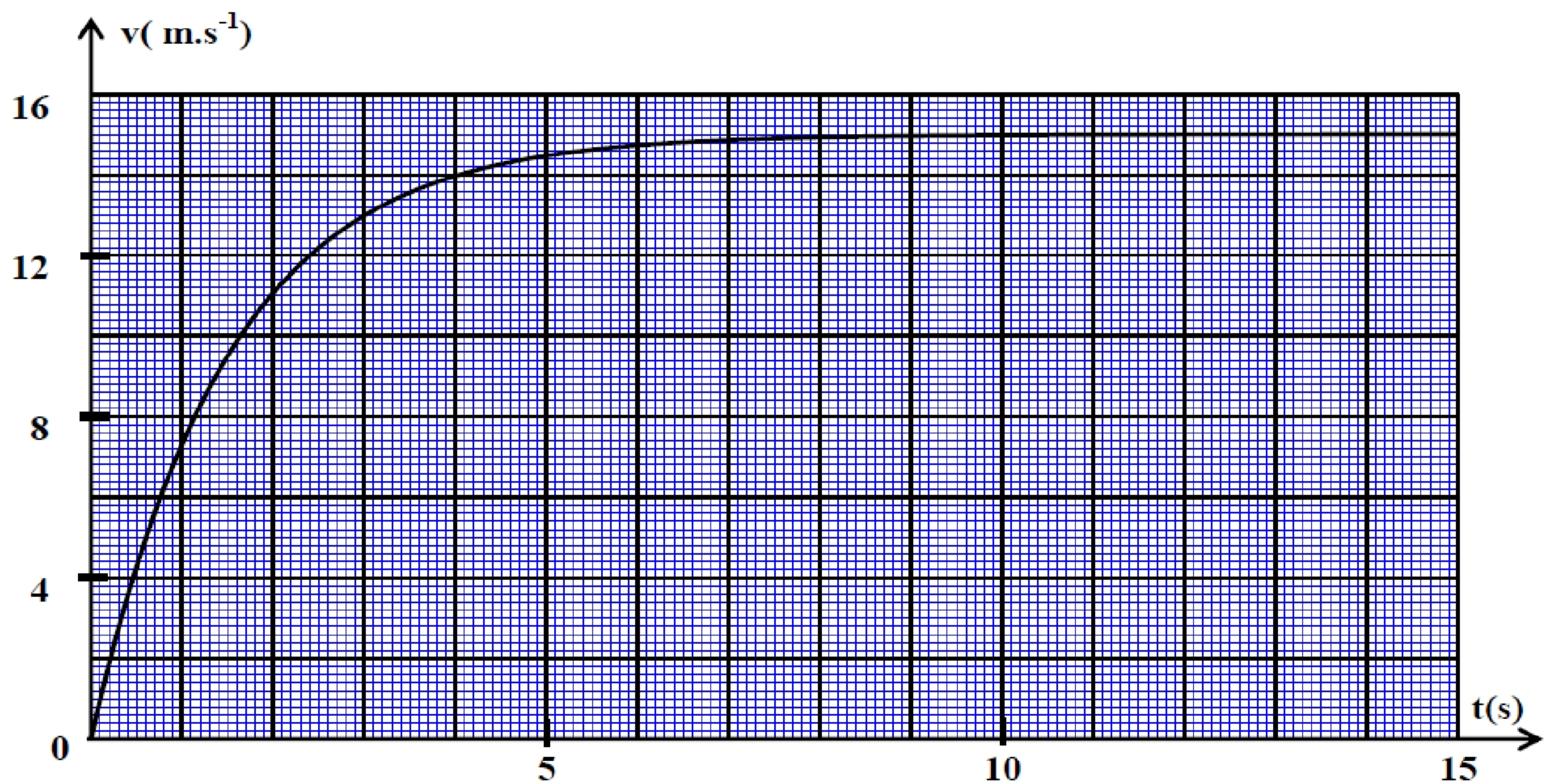


Figure 2