

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2012

## **PHYSIQUE-CHIMIE**

Série S

Enseignement de Spécialité

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8

**L'usage des calculatrices est autorisé.**

**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.**

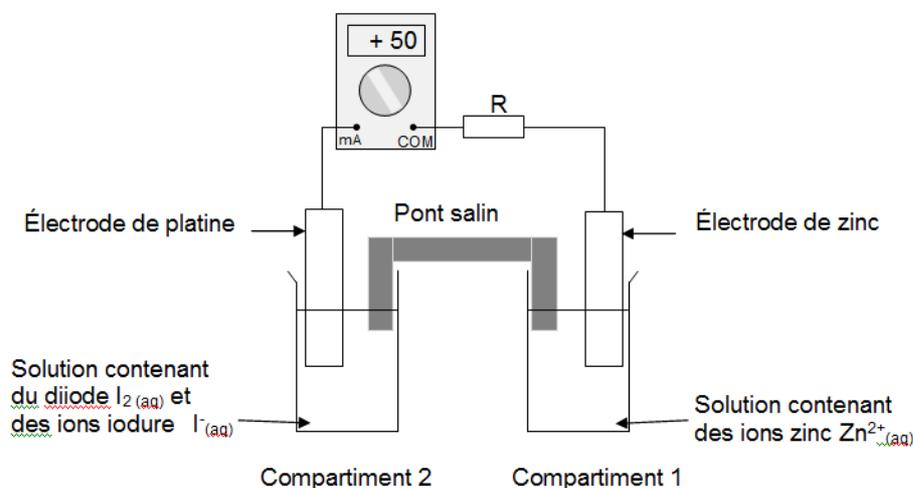
**Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11**

**Les feuilles d'annexes (pages 9/11, 10/11 et 11/11)  
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

**EXERCICE 1 : UN DOSAGE POUR DÉTERMINER LA DURÉE DE FONCTIONNEMENT D'UNE PILE (7 POINTS)**

La pile étudiée est une pile diiode - zinc. Elle est composée de deux demi-piles reliées par un pont salin, papier filtre imbibé d'une solution de chlorure de potassium ( $K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ). La première demi-pile (compartiment 1) est constituée d'une lame de zinc plongeant dans 100 mL de solution contenant des ions zinc à la concentration molaire  $[Zn^{2+}_{(aq)}]_0 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . La seconde demi-pile (compartiment 2) est constituée d'une lame de platine plongeant dans 100 mL d'une solution brune contenant du diiode de concentration molaire  $[I_{2(aq)}]_0 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  et des ions iodure de concentration molaire  $[I^-_{(aq)}]_0 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . L'électrode de platine ne subit aucune altération chimique lorsque la pile fonctionne.

On associe à cette pile un ampèremètre et une résistance en série comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



Données :

Couples oxydant réducteur :  $I_2/I^-$        $Zn^{2+}/Zn$

Constante de Faraday :  $F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$

1. Réalisation de la pile

1.1. Sur le schéma de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**, indiquer le sens conventionnel du courant et les polarités de la pile. Justifier.

1.2. Écrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes et préciser la nature de ces réactions.

1.3. En déduire l'équation globale de fonctionnement de la pile.

1.4. Préciser la nature et le sens de déplacement des porteurs de charges à l'intérieur et à l'extérieur de la pile en complétant le schéma de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**.

## 2. Étude de la pile

2.1. Donner l'expression du quotient de réaction initial  $Q_{ri}$  et calculer sa valeur.

2.2. La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction ayant pour réactifs le zinc métal et le diiode en solution aqueuse est  $K = 10^{46}$  à la température  $T = 25\text{ °C}$ . Prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.

2.3. Que peut-on dire de l'évolution de la concentration molaire en diiode dans le compartiment 2 lorsque la pile fonctionne ? Justifier à partir de l'expression du quotient de réaction  $Q_r$ .

## 3. Durée de fonctionnement de la pile

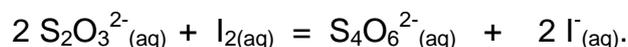
On laisse fonctionner la pile pendant la durée  $\Delta t$ . On suppose que l'intensité  $I$  du courant débité par la pile reste constante et égale à 50 mA.

Pour déterminer la quantité de matière de diiode ayant été consommée pendant le fonctionnement de la pile, on dose le diiode restant dans le compartiment 2 de la pile avec une solution incolore de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}^+_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$ ) de concentration molaire en soluté apporté  $C_1 = 2,0 \times 10^{-1}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

On précise que la couleur brune de la solution du compartiment 2 est due à la présence de diiode, seule espèce colorée mise en jeu.

Le volume de solution de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence est  $V_{1,E} = 14,7\text{ mL}$ .

L'équation de la réaction servant de support au dosage est :



3.1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental de dosage.

3.2. Définir l'équivalence d'un dosage. Comment la repère-t-on ici ?

3.3. Quantité de matière de diiode consommé

3.3.1. Compléter le tableau d'avancement de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**. On note  $x'$  l'avancement de la réaction de dosage.

3.3.2. Déterminer la valeur de la quantité de matière  $n_2$  de diiode restant dans le compartiment 2 avant le dosage.

3.3.3. En déduire la quantité de matière  $n_{\text{cons}}(\text{I}_2)$  de diiode consommé lors du fonctionnement de la pile.

3.4. Durée de fonctionnement de la pile

3.4.1. En déduire la valeur de l'avancement  $x$  de la réaction correspondant au fonctionnement de la pile au bout de la durée  $\Delta t$ .

3.4.2. Exprimer la quantité de matière d'électrons échangée pendant le fonctionnement de la pile en fonction de  $x$ .

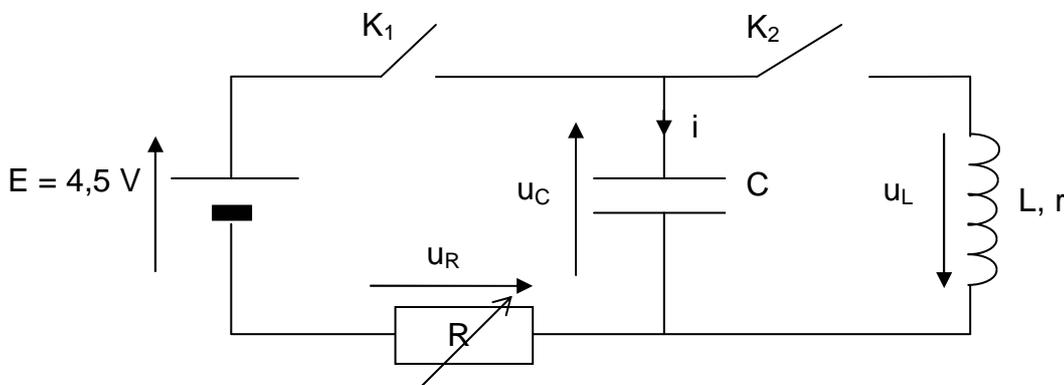
3.4.3. Vérifier que la quantité d'électricité fournie par la pile est proche de  $1,6 \times 10^3\text{ C}$ .

3.4.4. En déduire la durée  $\Delta t$  de fonctionnement de la pile.

## EXERCICE 2 : RÉALISATION D'UNE BALISE EXPÉRIMENTALE (5 points)

Après la lecture d'un article concernant le suivi à l'aide de balises Argos de différents animaux de mer, un élève de terminale S envisage de réaliser une balise lumineuse émettant des flashes à intervalles de temps réguliers. Il pense en équiper sa tortue afin de suivre les mouvements de celle-ci lors de ses déplacements nocturnes. Pour que la diode électroluminescente émette des flashes, il veut obtenir des oscillations électriques.

Dans un premier temps, il réalise le montage schématisé ci-dessous comportant une pile de force électromotrice  $E = 4,5 \text{ V}$  et de résistance interne négligeable, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , une résistance  $R$  réglable et un condensateur de capacité  $C$  dont on cherche à déterminer la valeur.



### 1. Charge du condensateur

- 1.1. L'élève souhaite suivre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa charge à l'aide d'un système d'acquisition. Faire figurer sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie** les branchements nécessaires à cette acquisition.
- 1.2. Les interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  sont ouverts, le condensateur est déchargé. À la date  $t = 0 \text{ s}$ , il ferme l'interrupteur  $K_1$  et déclenche l'acquisition de la tension  $u_C$ . L'élève obtient la courbe donnant  $u_C = f(t)$  et représentée sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie**.  
Déterminer la constante de temps  $\tau$  en précisant la méthode utilisée.
- 1.3. Donner l'expression littérale de  $\tau$ .  
La valeur de la résistance  $R$  est réglée sur  $100 \Omega$ . Calculer la valeur de  $C$ .
- 1.4. Indiquer comment procéder pour charger plus rapidement ce condensateur.

## 2. Décharge du condensateur à travers la bobine

Le condensateur étant chargé, on ouvre l'interrupteur  $K_1$  et on ferme l'interrupteur  $K_2$  à une date prise comme nouvelle origine ( $t = 0$  s).

2.1. Donner les valeurs de la tension  $u_C$  et de l'intensité  $i$  à la date  $t = 0$  s. Justifier.

2.2. Étude théorique

On néglige pour cette question la résistance  $r$  de la bobine.

2.2.1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  s'écrit :

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$

2.2.2. La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$u_C = A \cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$$

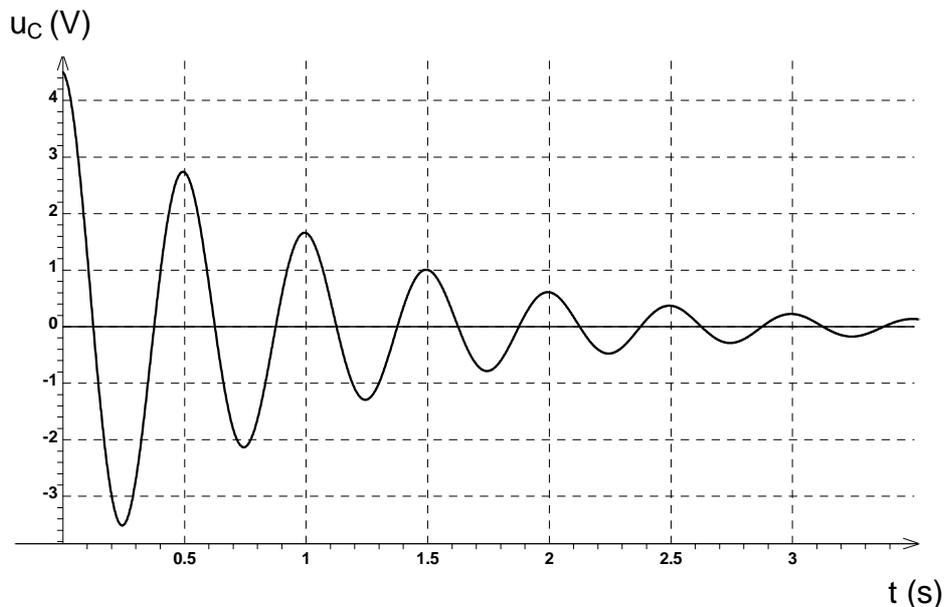
avec  $A$  une constante et  $T_0$  la période propre de l'oscillateur LC. Déterminer la valeur de  $A$ .

2.2.3. L'expression de la période propre d'un circuit LC est :  $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ .

Montrer à l'aide d'une analyse dimensionnelle que la période propre  $T_0$  est homogène à un temps.

2.3. Étude expérimentale

2.3.1. À l'aide du dispositif d'acquisition, on enregistre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa décharge. On obtient la courbe représentant  $u_C = f(t)$  ci-après.



L'étude expérimentale montre qu'il y a un amortissement des oscillations. Quelle simplification effectuée dans l'étude théorique précédente n'est manifestement pas justifiée ? Expliquer.

- 2.3.2. On ajoute au montage précédent un dispositif électronique permettant d'obtenir des oscillations électriques sinusoïdales de période  $T_0$ . L'évolution de la tension  $u_C$  à l'aide de ce dispositif est donnée sur **l'annexe 2 à rendre avec la copie**.  
Quel est le rôle du dispositif électronique ?

### 3. Conception du flash

L'élève intègre une diode électroluminescente idéale (DEL) au circuit de manière à ce qu'elle n'en perturbe pas le fonctionnement.

La DEL ne s'allume que lorsque la tension  $u_C$  est positive.

- 3.1. Sur le graphe  $u_C(t)$  de **l'annexe 2 à rendre avec la copie**, surligner sur l'axe des abscisses, les parties où la DEL s'allume.
- 3.2. L'œil arrive à distinguer deux flashes successifs si la durée d'extinction de la DEL est supérieure à 50 ms. L'élève pourra-t-il voir séparément les flashes ?

### EXERCICE 3 : MICROSCOPE AU SERVICE DE LA BIOLOGIE (4 points)

Les microscopes sont des instruments très fréquemment utilisés en biologie pour observer des micro-organismes.

#### 1. Principe et caractéristiques du microscope optique

On utilise un modèle simplifié pour comprendre le principe du microscope : une lentille convergente  $L_1$ , de centre optique  $O_1$  et de vergence  $C_1 = 50 \text{ δ}$ , représente l'objectif et une autre lentille convergente  $L_2$ , de centre optique  $O_2$  et de vergence  $C_2$ , représente l'oculaire.

- 1.1. Calculer la distance focale de la lentille  $L_1$ .
- 1.2. Un objet lumineux AB de hauteur 3,0 mm est placé à 2,30 cm du centre optique  $O_1$  de l'objectif de telle sorte que  $\overline{O_1A} = -2,30 \text{ cm}$ .
  - 1.2.1. À l'aide de la formule de conjugaison, montrer que la position de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  est telle que  $\overline{O_1A_1} = 15 \text{ cm}$ .
  - 1.2.2. Déterminer le grandissement de l'objectif.
  - 1.2.3. Montrer que la taille de l'image intermédiaire vaut  $\overline{A_1B_1} = -2,0 \text{ cm}$ .
- 1.3. Positionner cette image intermédiaire  $A_1B_1$  sur le schéma de **l'annexe 3 à rendre avec la copie**. Aucun tracé de rayon n'est exigé.
- 1.4. L'image définitive à travers le microscope, notée  $A'B'$ , est représentée sur **l'annexe 3 à rendre avec la copie**.
  - 1.4.1. Déterminer graphiquement la position du centre optique  $O_2$  de la lentille  $L_2$  constituant l'oculaire. Placer cette lentille sur le schéma.
  - 1.4.2. Déterminer graphiquement la position du foyer image  $F'_2$ . Mesurer graphiquement la distance focale  $f'_2$ .

#### 2. Notion de grossissement commercial

On définit le grossissement par la relation :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  où  $\alpha$  représente le diamètre apparent de l'objet AB (angle sous lequel l'œil voit l'objet AB placé à 25 cm sans le microscope) et  $\alpha'$  diamètre apparent de l'image située à l'infini vue au travers du microscope. On donne  $\overline{O_1F_2} = 14,0 \text{ cm}$ .

- 2.1. Un œil normal peut observer un objet sans accommoder si l'image se forme à l'infini.
  - 2.1.1 L'œil étant placé au foyer image de l'oculaire, où doit se former l'image intermédiaire  $A_1B_1$  par rapport à l'oculaire ?
  - 2.1.2 Vérifier que dans ces conditions  $\overline{O_1A} = -2,33 \text{ cm}$ .

2.2. On observe dans les conditions précédentes une bactérie de  $1,0 \mu\text{m}$ .

On choisit pour cette partie un oculaire de distance focale égale à  $1,0 \text{ cm}$ .

2.2.1 On considère qu'un objet est aisément discernable à l'œil nu si son diamètre apparent est supérieur à  $3,5 \times 10^{-4} \text{ rad}$ . Peut-on discerner la bactérie de  $1,0 \mu\text{m}$  à l'œil nu ? Justifier.

2.2.2 Déterminer la taille de l'image intermédiaire  $\overline{A_1B_1}$ .

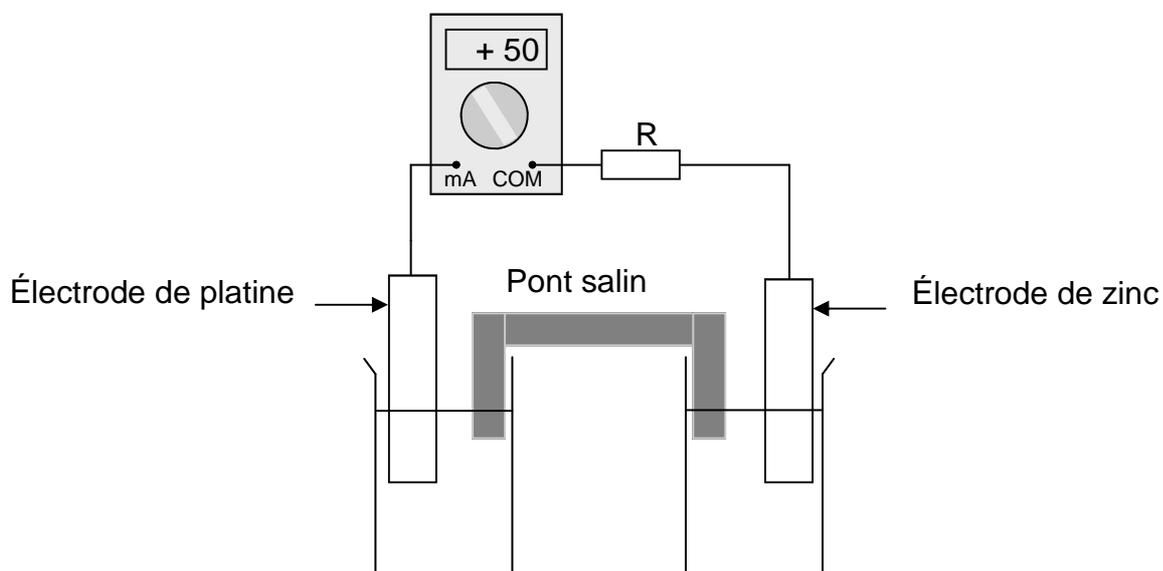
2.2.3 En déduire l'angle  $\alpha'$  sous lequel est vue l'image définitive et justifier l'usage d'un microscope pour observer une bactérie.

2.3. Quel est l'intérêt de placer l'œil au foyer image de l'oculaire ou proche de celui-ci ?

**ANNEXE 1 (À RENDRE AVEC LA COPIE)**

**Exercice 1 : Un dosage pour déterminer la durée de fonctionnement d'une pile**

**Questions 1.1 et 1.4**



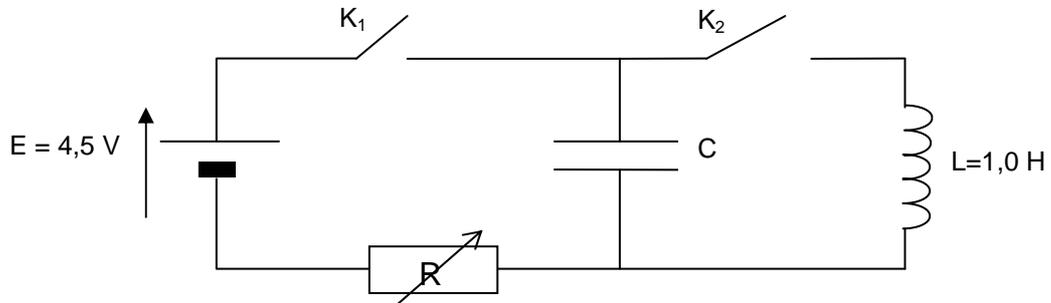
**Question 3.3**

Équation		$2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) = \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	$n_1$	$n_2$		$n_i(\text{I}^-)$
En cours de transformation	$x'$				

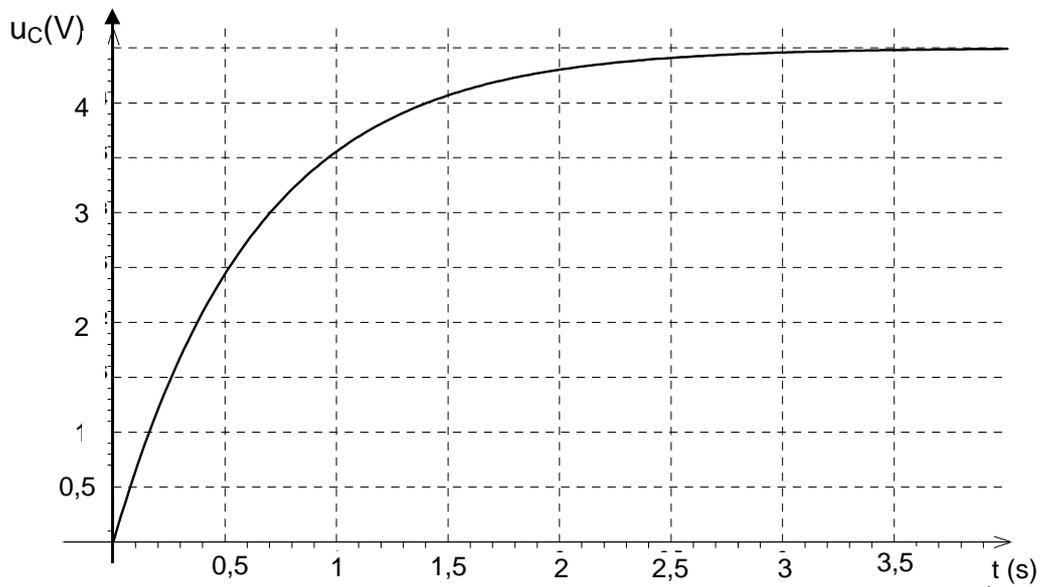
ANNEXE 2 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

Exercice 2 : Réalisation d'une balise expérimentale

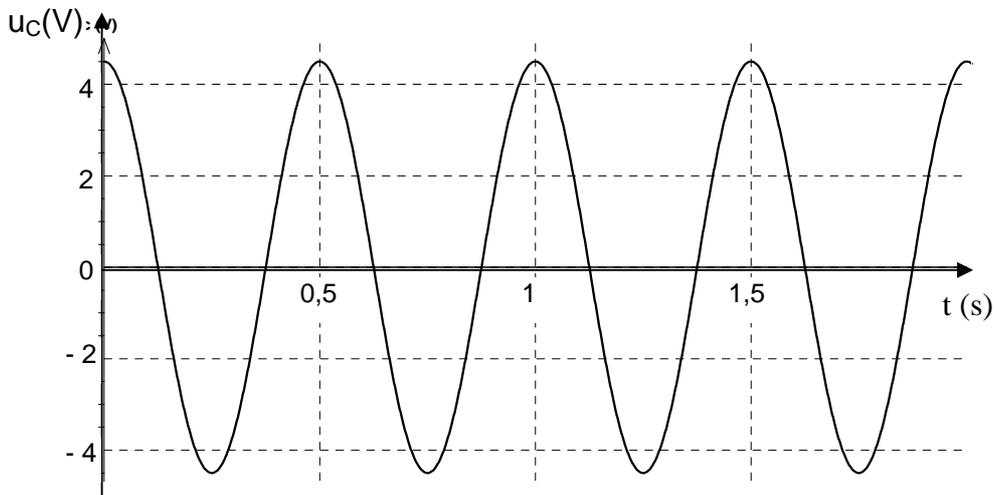
Question 1.1 : schéma du montage



Question 1.2



Questions 2.3.2 et 3.1



**ANNEXE 3 ( À RENDRE AVEC LA COPIE )**

**Exercice 3 : Microscopie au service de la biologie**

Échelle du document : 1 cm pour 1 cm

