



CONCOURS DE CONTRÔLEUR  
DE LA CONCURRENCE, DE LA CONSOMMATION  
ET DE LA RÉPRESSION DES FRAUDES  
DES 10 ET 11 MARS 2009

*Concours externe à dominante scientifique*

ÉPREUVE N° 3 : à options

*durée 3 heures - coefficient 4*

Le candidat doit choisir l'une des deux options ci-après :

- **Option a)** - Physique et chimie (\*) ..... pages 2 à 7
- **Option b)** - questions relatives aux sciences et technologie  
des produits alimentaires..... page 8

(\*) 1° L'utilisation d'une calculatrice est autorisée .

2° Les candidats choisissant l'option a) devront traiter les questions de physique et les questions de chimie *sur des copies différentes*.

Ils devront numéroter chaque feuille de la façon suivante :

- Ph. 1/3 Ph. 2/3 Ph 3/3 etc.... selon nécessité pour les questions de physique
- Ch. 1/3 Ch. 2/3 Ch. 3/3 etc.... selon nécessité pour les questions de chimie.

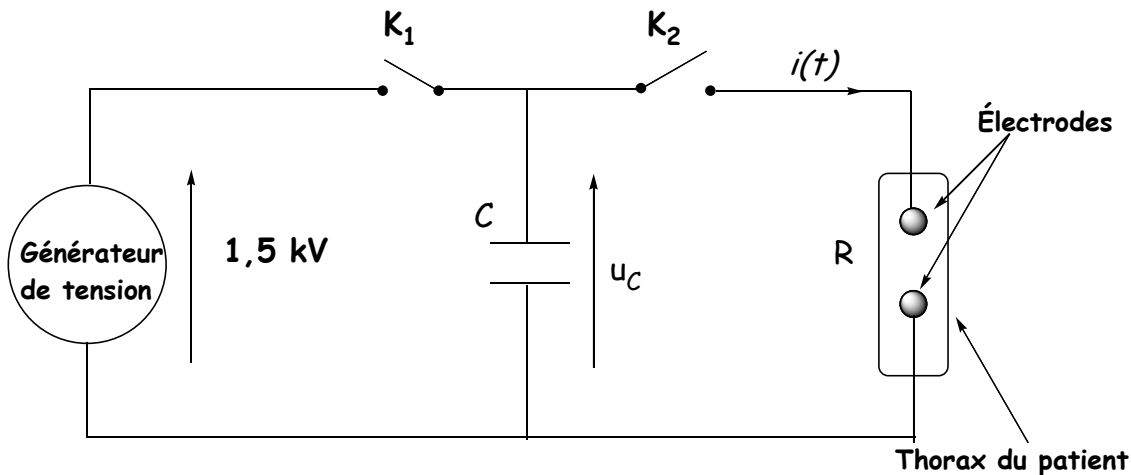
**Il est rappelé que ces feuilles doivent rester anonymes**

# Option A : Physique – Chimie

## PHYSIQUE

### I. Etude d'un défibrillateur cardiaque

Le défibrillateur cardiaque, utilisé en médecine d'urgence, permet d'appliquer un choc électrique sur le thorax d'un patient, dont les fibres musculaires du cœur se contractent de façon désordonnée (fibrillation). Le défibrillateur cardiaque peut être représenté de façon simplifiée par le schéma suivant :



La capacité du condensateur  $C$  est de  $470 \mu\text{F}$ .

Le thorax du patient sera assimilé à un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$ .

#### 1. Phase A

Mise en fonction du défibrillateur : le condensateur  $C$  est initialement déchargé ; le manipulateur le charge en fermant l'interrupteur  $K_1$  ( $K_2$  étant ouvert).

- 1.1. Quel est, parmi les documents présentés en annexe (à rendre avec la copie), celui qui correspond à cette phase du processus ? Justifier.
- 1.2. En utilisant ce document, déterminer la constante de temps  $\tau$  du circuit lors de cette même phase (le document sera rendu avec la copie). Justifier la réponse.
- 1.3. Quelle est la valeur maximale  $W_{\text{max}}$  de l'énergie que peut stocker le condensateur  $C$  ? Calculer cette valeur.
- 1.4. Si l'on considère qu'un condensateur est chargé lorsque la tension entre ses bornes atteint 97 % de la tension maximale, au bout de quelle durée  $\Delta t$  le condensateur sera-t-il chargé ?
- 1.5. Comparer cette durée à la valeur habituellement admise de  $5 \cdot \tau$ .

## 2. Phase B

Dès que le condensateur  $C$  est chargé le manipulateur peut envoyer le choc électrique en connectant le condensateur aux électrodes posées sur le thorax du patient. Il choisit alors le niveau d'énergie du choc électrique qui sera administré au patient, par exemple  $W = 400 \text{ J}$ .

À la date initiale  $t_0$  le manipulateur ouvre l'interrupteur  $K_1$  et ferme  $K_2$  ce qui provoque la décharge partielle du condensateur ; la décharge est automatiquement arrêtée dès que l'énergie choisie a été délivrée.

2.1 Établir l'équation différentielle de la décharge du condensateur correspondant au choc électrique, relation entre  $u_c(t)$ , sa dérivée par rapport au temps et les caractéristiques des composants du circuit.

2.2 La solution de l'équation différentielle est de la forme :  $u_c = A.e^{-\frac{t}{RC}}$ .

Déterminer les valeurs numériques de  $A$  et de  $RC$ . Préciser les unités.

2.3. Montrer que l'expression de  $i(t)$  est de la forme :  $i(t) = B.e^{-\frac{t}{RC}}$

Exprimer  $B$  en fonction des constantes  $A$ ,  $R$  et  $C$ .

2.4. À quelle date l'intensité du courant est-elle maximale ? Calculer la valeur absolue de cette intensité. Cette valeur dépend-elle de la capacité du condensateur ?

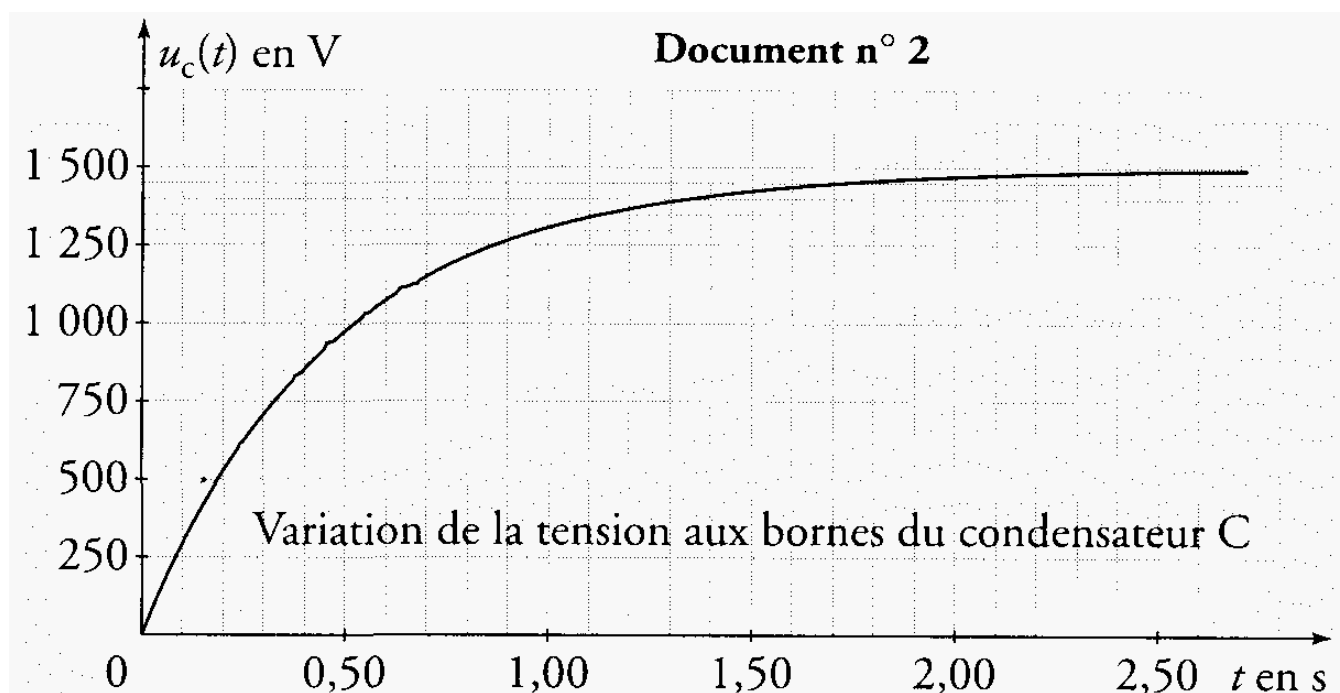
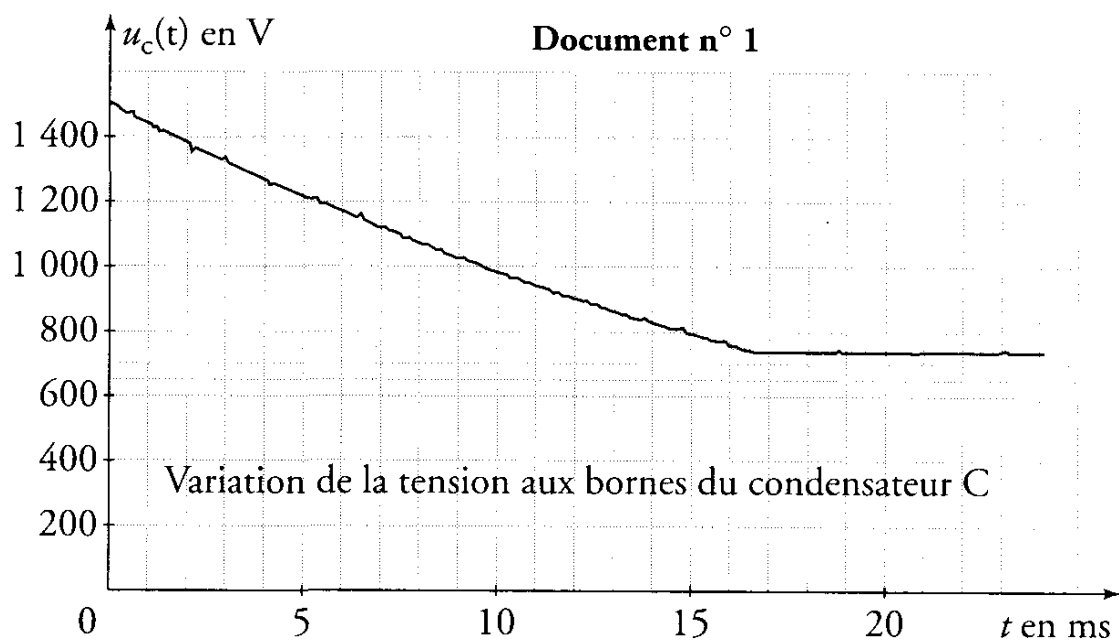
## 3. Phase C

La décharge s'arrête dès que l'énergie électrique  $W_p$  de  $400 \text{ J}$ , initialement choisie, a été délivrée.

3.1. Déterminer graphiquement, en utilisant l'un des documents en annexe, la date  $t_1$  à laquelle la décharge partielle du condensateur est arrêtée. Calculer la valeur de la tension  $u_c(t_1)$  à cette date. Vérifier graphiquement cette valeur.

3.2. En s'appuyant sur la variation de l'énergie du condensateur entre les dates  $t_0$  et  $t_1$  retrouver la valeur de la tension  $u_c(t_1)$ .

ANNEXE



# CHIMIE

*Les parties I et II sont indépendantes*

## PARTIE I - PROPRIÉTÉS DE L'ACIDE BENZOÏQUE

L'acide benzoïque  $C_6H_5-COOH$  (E210) et le benzoate de sodium  $C_6H_5-COONa$  (E211) sont utilisés dans l'industrie comme conservateurs alimentaires pour leurs propriétés fongicides et antibactériennes. Ils sont présents en particulier dans de nombreuses boissons « light ».

**Données :**

Acide benzoïque :	Solide blanc d'aspect soyeux. Masse molaire : $M(C_6H_5-COOH) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$ Solubilité dans l'eau : $2,4 \text{ g.L}^{-1}$ à $25^\circ\text{C}$
Couples acide-base à $25^\circ\text{C}$ :	$C_6H_5-COOH / C_6H_5-COO^-$ $pK_{A1} = 4,2$ $H_2O / HO^-$ $pK_{A2} = 14,0$

### 1 - RÉACTION DE L'ACIDE BENZOÏQUE AVEC L'EAU

On introduit une masse  $m_0$  d'acide benzoïque dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume  $V_0 = 100 \text{ mL}$  de solution.

Après dissolution totale, on obtient une solution aqueuse d'acide benzoïque notée  $S_0$  de concentration  $C_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le pH-mètre indique 3,1 pour le pH de la solution  $S_0$ .

- 1.1. Quelle masse  $m_0$  faut-il peser pour préparer la solution  $S_0$  ? La solution est-elle saturée ?
- 1.2. Écrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
- 1.3. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide benzoïque / ion benzoate. En déduire l'espèce prédominante dans la solution  $S_0$ .
- 1.4. Établir un tableau d'avancement correspondant à cette transformation chimique, en fonction de  $C_0$ ,  $V_0$  et  $x_{\text{éq}}$ , avancement à l'état d'équilibre.
- 1.5. Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$ .

Montrer que le taux d'avancement final  $\tau$  s'écrit :  $\tau = \frac{[H_3O^+]}{C_0}$ , puis le calculer. Ce résultat est-il en accord avec la question 3. ?

1.6. Donner l'expression du quotient de réaction à l'état d'équilibre  $Q_{r,\text{éq}}$  en fonction de  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  et  $C_0$ . Calculer  $Q_{r,\text{éq}}$ .

1.7. Retrouver la valeur donnée du  $pK_{A1}$  du couple acide benzoïque/ion benzoate.

### 2 - RÉACTION DE L'ACIDE BENZOÏQUE AVEC LA SOUDE

On effectue un dosage pH-métrique de la solution d'un volume  $V = 20 \text{ mL}$  de  $S_0$  par une solution d'hydroxyde de sodium ( $Na^+_{(aq)}, HO^-_{(aq)}$ ) de concentration  $C_b = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On obtient la courbe donnée en annexe :

- 2.1. Quelles sont les électrodes utilisées pour mesurer le pH de la solution au cours du dosage ?
- 2.2. Déterminer par le calcul la valeur du pH initial.

- 2.3. Écrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'acide benzoïque et les ions hydroxyde.
- 2.4. Exprimer la constante d'équilibre  $K$  de cette réaction. Calculer cette valeur.
- 2.5. Déterminer la valeur du pKa de l'acide benzoïque à partir de la courbe. Expliquer la méthode utilisée.

## PARTIE II - LA SYNTHÈSE DU BENZOATE DE MÉTHYLE

*Le benzoate de méthyle, ester utilisé en parfumerie, est un des constituants de diverses huiles essentielles (essence de Niobé, d'œillet ou d'Ylang Ylang).*

On prépare le benzoate de méthyle par réaction entre de l'acide benzoïque de formule  $C_6H_5-COOH$  avec le méthanol de formule  $CH_3OH$ .

### Mode opératoire

*Pour réaliser cette réaction, on mélange une masse  $m_1 = 12,2$  g d'acide benzoïque avec un volume  $V_2 = 30$  mL de méthanol, quelques gouttes d'une solution concentrée d'acide sulfurique et quelques grains de pierre ponce. On chauffe à reflux pendant 60 minutes. Après refroidissement, on verse le contenu du ballon dans une ampoule à décanter contenant de l'eau glacée. On obtient alors deux phases bien distinctes. Après traitement de la phase contenant l'ester, on isole une masse égale à 9,52 g de benzoate de méthyle.*

### Données :

Composés	Formule	Masse molaire ( $g \cdot mol^{-1}$ )	Masse volumique ( $g \cdot mL^{-1}$ )	Solubilité dans l'eau	Phrases R et S
Acide benzoïque	$C_6H_5-COOH$	122	1,3	Faible	R: 22-36/37/38 S: 26
Méthanol	$CH_3OH$	32	0,80	Forte	R: 11-23/24/25 S: 7-16-36/37-45
Benzoate de méthyle		136	1,1	Nulle	R: 22 S: 36

## 3 - A PROPOS DU MODE OPÉRATOIRE

- 3.1 Sur le flacon contenant l'acide benzoïque, on voit écrit R: 22-36/37/38 et S: 26. A quoi cela fait-il référence ?
  - 3.2. Déterminer les quantités de matière  $n_1$  d'acide benzoïque et  $n_2$  de méthanol introduites.
  - 3.3. Quels sont les facteurs cinétiques utilisés pour réaliser le plus rapidement cette synthèse.
  - 3.4. On a effectué un chauffage à reflux du mélange réactionnel. Quel en est l'intérêt ?
- Faire un schéma de ce montage.

## 4- ÉTUDE DE LA RÉACTION DE SYNTHÈSE DU BENZOATE DE MÉTHYLE

- 4.1. Écrire l'équation de la réaction de synthèse du benzoate de méthyle.
  - 4.2. Déterminer le réactif limitant.
- En déduire la quantité de matière théorique d'ester que l'on pourrait obtenir si la transformation était totale.
- 4.3. Définir et calculer le rendement expérimental de cette synthèse
  - 4.5. Indiquer quels sont les traitements que doit subir la phase contenant l'ester pour obtenir du benzoate de méthyle pur.

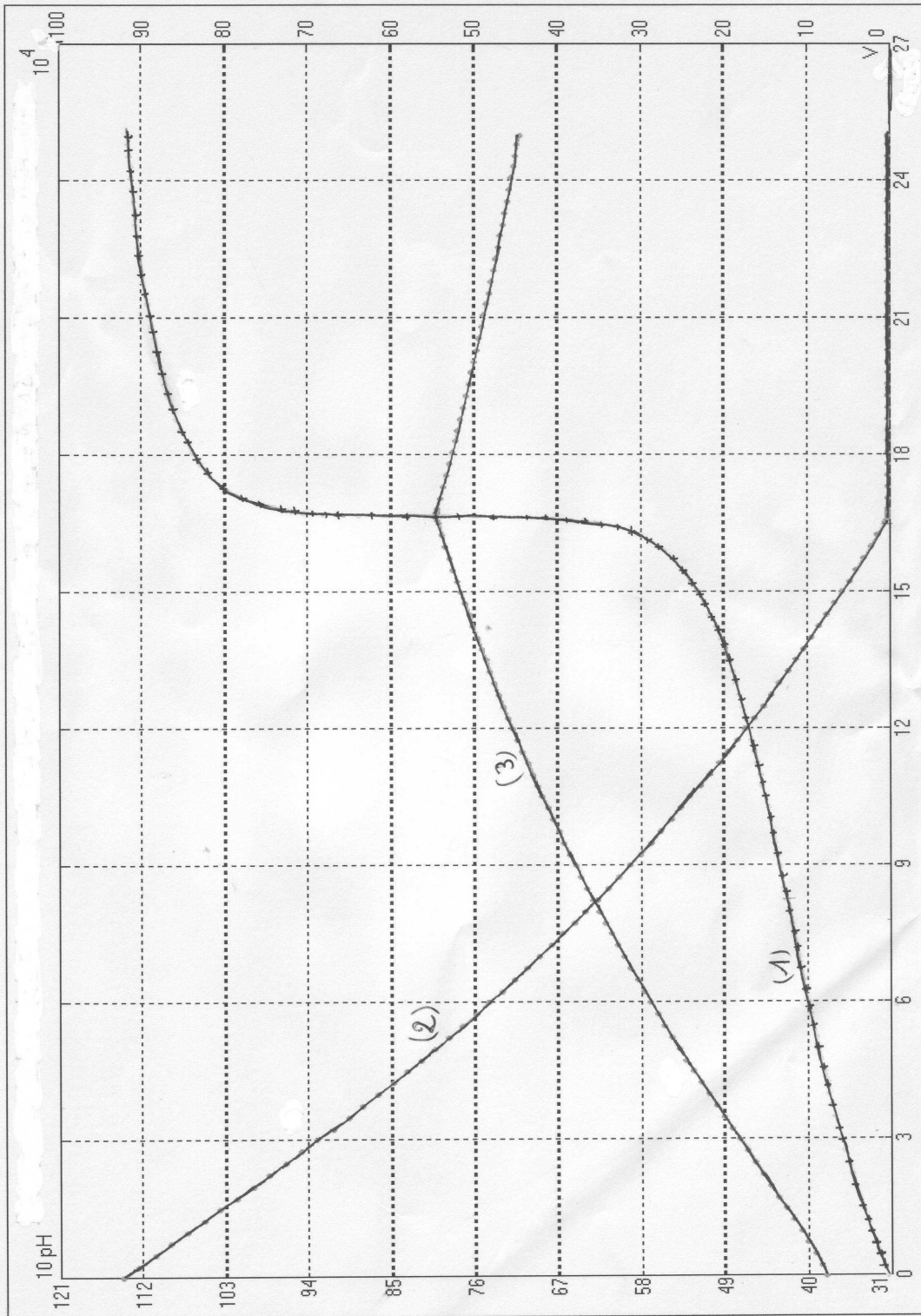
Annexe

Dosage de  $V = 20 \text{ mL}$  de solution  $S_0$  d'acide benzoïque par la soude de concentration  $C_b = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$

Courbe (1)  $\text{pH} = f(V)$

Courbe (2)  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = f(V)$

Courbe (3)  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = f(V)$



Option B : Questions relatives aux sciences et technologies des produits alimentaires.

Rôles de l'ADN et de l'ARN ( 8 points)

Les besoins nutritifs (12 points)