Les supercondensateurs
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Afrique - juin 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

1. La capacité du supercondensateur étudié (400 F) est très grande par rapport à celle des condensateurs usuels, qui va du picofarad à la dizaine de millifarads.

2. $C = \varepsilon \dfrac{S}{d}$, donc la capacité est d'autant plus grande que la surface S est grande et que la distance entre les 2 armatures est petite.

C'est en accord avec les parties soulignées dans le texte de présentation : pour avoir une grande capacité, il faudrait *des armatures de très grandes surfaces* et *très rapprochées.*

3. $i = \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{d(Cu_c)}{dt} = C\,\dfrac{du_c}{dt}$

4. D'après la loi des mailles, $u_R + u_c = E$

De plus, d'après la loi d'Ohm, $u_R = Ri \;\Rightarrow\; Ri + u_c = E$

En remplaçant i par l'expression obtenue à la question 3, on obtient :

$RC\,\dfrac{du_c}{dt} + u_c = E$

$\Rightarrow\; \dfrac{du_c}{dt} + \dfrac{1}{RC}\,u_c = \dfrac{E}{RC}$

$\Rightarrow\; \dfrac{du_c}{dt} + \dfrac{1}{\tau}\,u_c = \dfrac{E}{\tau}$, avec $\tau = RC$

5.

- Calculons $\dfrac{du_c}{dt} + \dfrac{1}{\tau}\,u_c$ pour $u_c = A\,e^{-\frac{t}{\tau}} + E$

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau}\,u_c = -\frac{A}{\tau}\,e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\tau}\,(A\,e^{-\frac{t}{\tau}} + E) = -\frac{A}{\tau}\,e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{A}{\tau}\,e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

Donc les fonctions du type $u_c = A\ e^{-\frac{t}{\tau}} + E$ sont bien solutions de l'équation différentielle précédente $\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau} u_c = \frac{E}{\tau}$

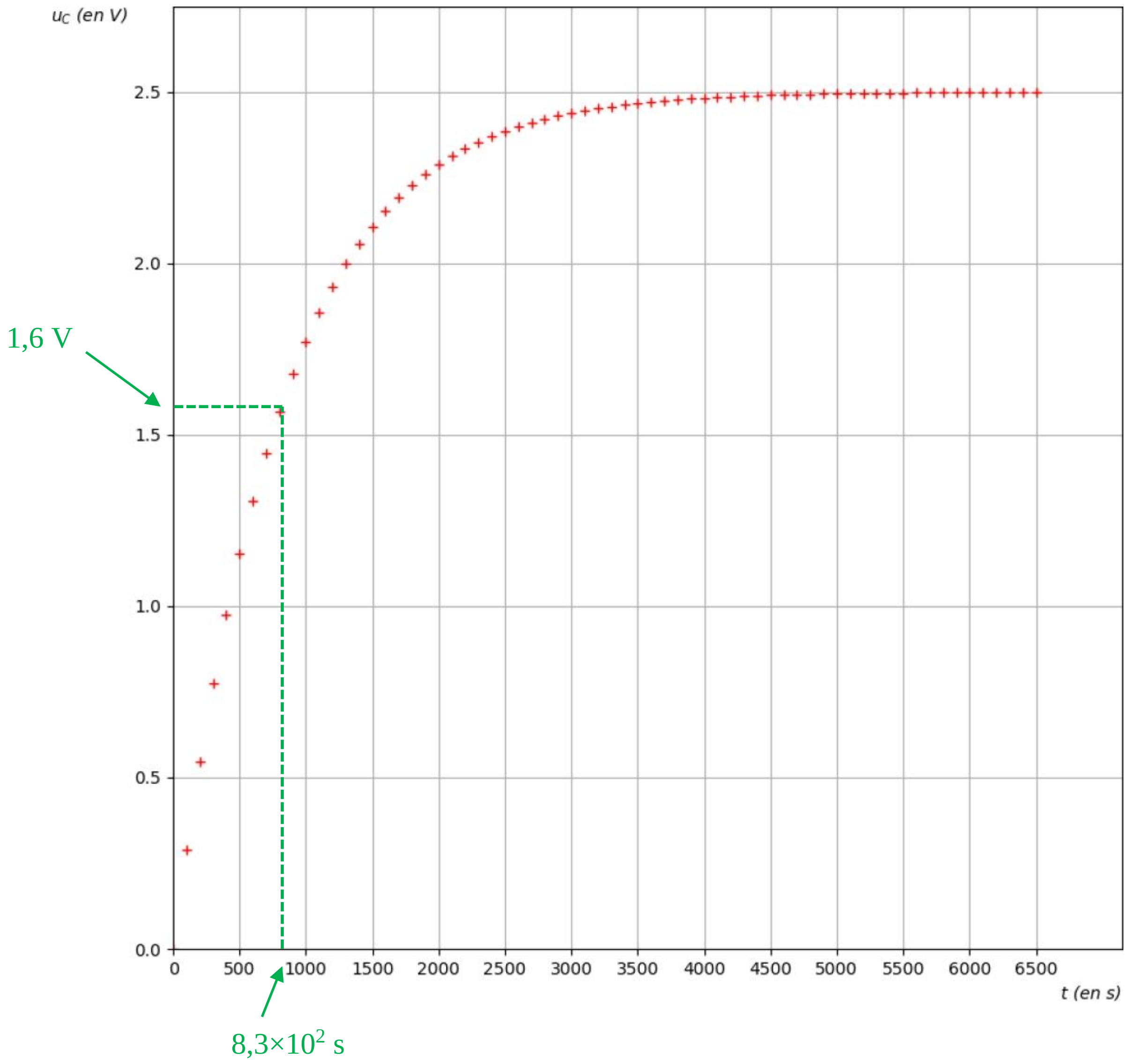
- À $t = 0$ s, $u_c = 0$ V et $u_c = A\ e^{-\frac{0}{\tau}} + E = A + E$ $\Rightarrow$ $A + E = 0$ $\Rightarrow$ $A = -E$

Finalement, $u_c = -E\ e^{-\frac{t}{\tau}} + E = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

6.

- Commençons par déterminer le temps caractéristique τ.

$u_c(\tau) = E\,(1 - e^{-\frac{\tau}{RC}}) = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63 \times E = 0{,}63 \times 2{,}5 = 1{,}6$ V



Graphiquement, on obtient : $\tau = 8{,}3 \times 10^2$ s

- $\tau = RC_1 \Rightarrow C_1 = \dfrac{\tau}{R} = \dfrac{8,3\times10^2}{2,0} = 4,1\times10^2$ F

7. En utilisant les résultats fournis, on écrit donc[1] : $\tau_2 = (814,3 \pm 1,2)$ s

8. $C_2 = \dfrac{\overline{\tau_2}}{R} = \dfrac{814,2827}{2,0} = 407,14135$ F

$$u(C_2) = C_2 \times \sqrt{\left(\frac{u(R)}{R}\right)^2 + \left(\frac{u(\overline{\tau_2})}{\overline{\tau_2}}\right)^2} = 407,14135 \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{2,0}\right)^2 + \left(\frac{1,175}{814,2827}\right)^2} = 20 \text{ F}$$

Avec les valeurs obtenues, on écrira donc : $C_2 = (407 \pm 20)$ F

9. $\dfrac{|C_2 - C_{réf}|}{u(C_2)} = \left|\dfrac{407-400}{20}\right| = 0,35$

$\Rightarrow \dfrac{|C_2 - C_{réf}|}{u(C_2)} < 2$

Il y a moins de 2 incertitudes-types entre le résultat expérimental et la valeur de référence, donc le résultat obtenu est satisfaisant.

---

[1] Conformément aux préconisations du rapport "Mesure et incertitudes" (version 2021), p.34-35, sur le site Éduscol : https://eduscol.education.fr/document/7067/download