

MODÉLISATION NUMÉRIQUE EN PHYSIQUE
TRAVAUX PRATIQUES Nos. 1 et 2 (Durée: 2 × 2 h 30)

1. **Décharge d'un condensateur** On considère un condensateur $C = 1\mu\text{F}$, portant une charge $Q = CU_i$ avec $U_i = 10\text{ V}$. Ce condensateur est court-circuité à $t = 0$ par une résistance $R = 1000\ \Omega$.

- (a) Établir et résoudre « à la main » l'équation différentielle correspondante. On posera $\tau = RC$.
- (b) Tracer avec `matlab` la solution, entre $t = 0$ et $t = 1\text{ ms}$. Illustrer graphiquement le fait que la tangente à la courbe à l'origine coupe l'axe des abscisses en τ .
- (c) Résoudre numériquement cette équation (créer un fichier `rc.m` et utiliser `ode23`), comparer graphiquement à la solution exacte.

2. **Circuit RLC série** On considère désormais un circuit *RLC* série relié à un générateur alternatif sinusoïdal $E(t) = E \cos \omega t$. On prendra $R = 350\ \Omega$, $C = 1\ \mu\text{F}$, $L = 1\text{ H}$, $\omega = 2\pi f$ avec f variable compris entre 50 et 500 Hz.

- (a) Établir pour U , tension aux bornes du condensateur, une équation différentielle linéaire du second ordre
- (b) La résoudre numériquement avec `matlab`. Indication : ramener l'équation à deux équations du premier ordre puis poser

$$\vec{y} = \begin{pmatrix} U \\ \frac{dU}{dt} \end{pmatrix}$$

On obtient alors une équation différentielle du premier ordre pour \vec{y} .

- (c) Visualiser la solution $U(t)$ pour $0 < t < 10\text{ ms}$, $U(t=0) = 1\text{ V}$ et $E = 0$. Tracer ensuite $RI(t)$ où $I(t)$ est l'intensité.
- (d) On prend désormais $E = 1\text{ V}$. Visualiser sur un même graphe $E(t)$ et $RI(t)$ pour $f = 100\text{ Hz}$, $f = 500\text{ Hz}$, puis à la fréquence de résonance du circuit
- (e) Tracer $RI(t)$ en fonction de $E(t)$ (figure de Lissajous) pour $t > 1\text{ ms}$ à ces mêmes trois fréquences
- (f) Tracer le maximum de $RI(t)$ sur l'intervalle de temps considéré en fonction de la fréquence f .