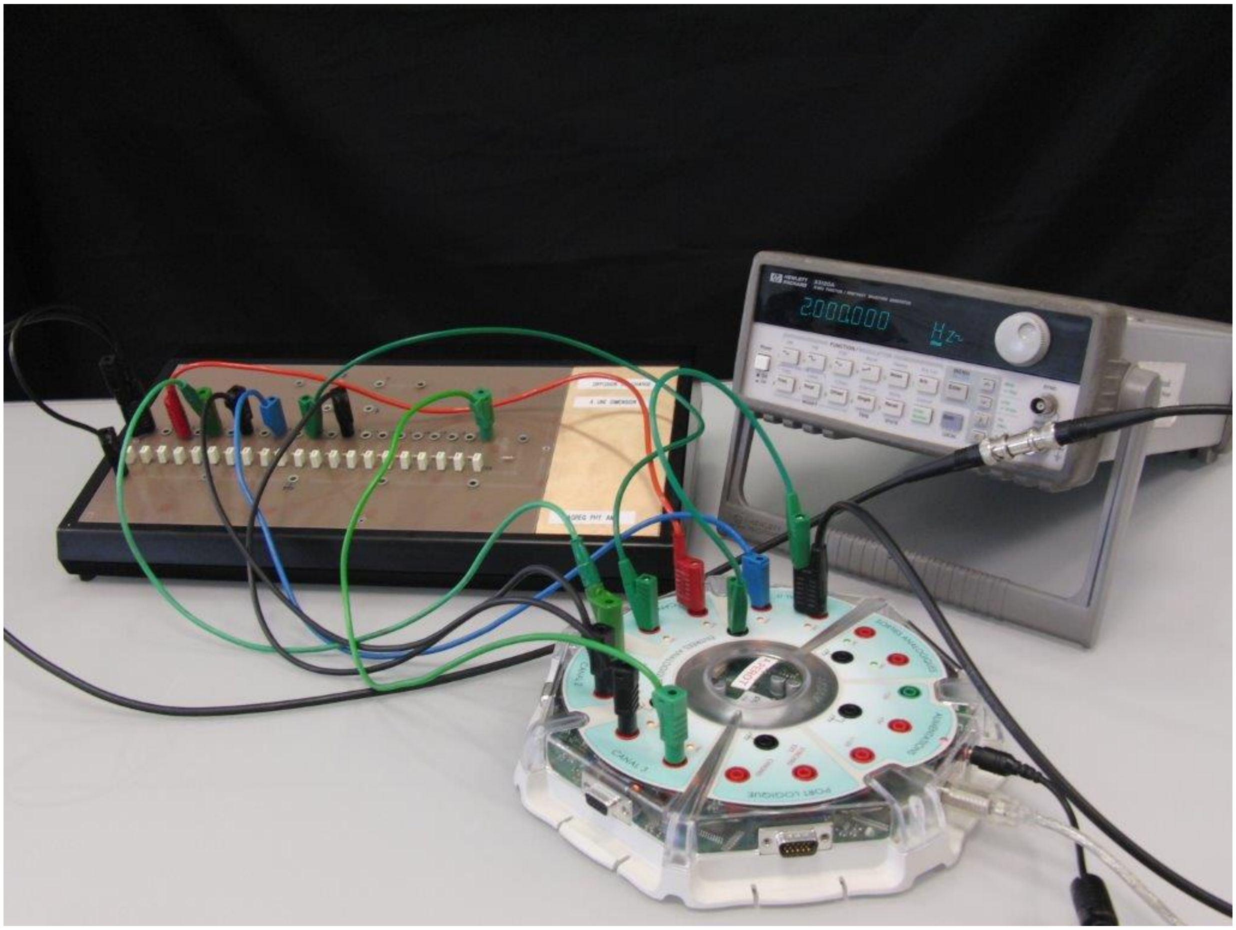
Chaîne RC : Equivalent électrique de la Conduction thermique - M35 - Ter



• Bibliographie : W. Toutain, et al, *Diffusion de charge électrique à une dimension*, BUP, Vol. **106**, p. 525-547, mai 2012.
Dictionnaire de physique expérimentale Tome II, p 105, pour l'analogue thermique.

On dispose d'une chaîne de résistances R et de capacités C identiques, pour laquelle on montre que la tension aux bornes des capacités satisfait la version discrète de l'équation $\frac{\partial U}{\partial t} = D\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ avec $D = a^2/\tau$, $\tau = RC$ et a est le pas de la chaîne (unité arbitraire). L'analogue de la température est donc la tension ou encore la charge du condensateur.

Dans la plaquette $R = 1.5\text{k}\Omega$, $C = 100\text{nF}$, ce qui donne $\tau = 150\mu\text{s}$.

Cette chaîne permet aisément de choisir des conditions limites et initiales tres variées, et il n'y a pas le problème d'inertie thermique : on recommence l'expérience aussi souvent que l'on veut !

On l'utilise en partant d'un état initial où la tension aux bornes de chaque capacité est la même, en l'occurence $U(i) = 0$. On applique à $t = 0$ une tension fixe U_0 à la 1ère capacité, et on se restreindra aux temps tels que la tension au bout de la chaîne n'a pas bougé. La solution du problème est la suivante :

$$U(x,t) = U_0(1 - erf(\frac{x}{\sqrt{4Dt}}))$$

où $erf(u)$ est la fonction erreur. Elle est très bien approximée par

$$erf(u) \approx \sqrt{1 - e^{-4u^2/\pi}}.$$

On impose à la 1ère capacité, une tension carrée , de fréquence $\sim$ 2Hz, décalée de sorte qu'il y ait une tension nulle durant 1/2 période, ainsi durant cette alternance toutes les capacités se déchargent.

On enregistre par exemple différentes tensions équiréparties le long de la chaîne pendant environ 2ms (la dernière tension n'a pas varié), en déclenchant l'enregistrement de LattisPro sur ea0 (signal U_0), (par exemple sens montant à $\sim$ 20 mV).

Il faut utiliser la feuille de calcul pour évaluer $U(i,t) - U(i,0)$ (le décalage permet de s'affranchir d'une erreur systématique des entrées de la carte) et calculer $i/\sqrt{Temps}$.

On peut tracer dans des fenêtres séparées $U(i,t) - U(i,0)$ en fonction de $\frac{i}{\sqrt{Temps}}$, puis, les superposer par "drag and drop" dans une même fenêtre. Attention : on peut ouvrir au plus 4 fenêtres avec Latis-Pro.

En utilisant l'expression approchée de la fonction erreur, on détermine par modélisation le coefficient caractérisant la diffusion de la charge D ou plus exactement $1/\tau$.