

Objectifs	Étudier un filtre simple : diagramme de Bode, pulsation de coupure, effet sur un signal créneau			
Thèmes	Filtre passif linéaire, filtrage en fréquence			
Matériel sur les paillasses élèves	GBF Oscilloscope	Résistance $R = 1,5 \text{ k}\Omega$ Condensateur $C = 100 \text{ nF}$	Plaquette d'acquisition Latis-Pro	Multimètre
Sécurité & Déchets	Le courant susceptible d'arrêter un cœur humain est environ 30 mA (en alternatif). La résistance entre votre main droite et votre main gauche est de quelques $\text{k}\Omega$ . À vous d'en déduire un seuil de voltage dangereux.			

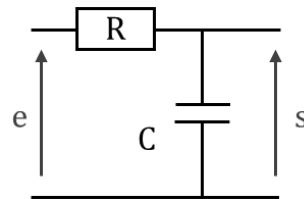
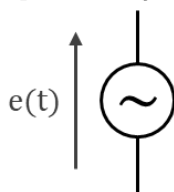
## TABLE DES MATIERES

I - PARTIE THÉORIQUE	-----	1 -
I.1 - Filtre RC simple	-----	1 -
I.2 - Spectre d'un signal carré	-----	2 -
II - PARTIE EXPÉRIMENTALE	-----	2 -
II.1 - Diagramme de Bode expérimental (à l'oscilloscope)	-----	2 -
II.2 - Filtrage d'un signal carré (à la plaquette d'acquisition)	-----	2 -

## I - PARTIE THÉORIQUE

### I.1 - Filtre RC simple

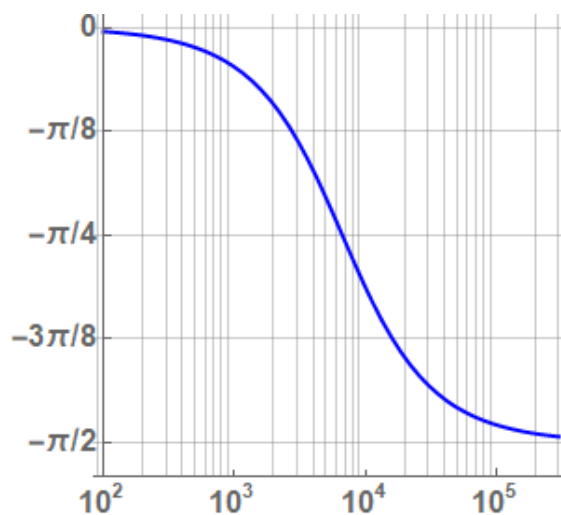
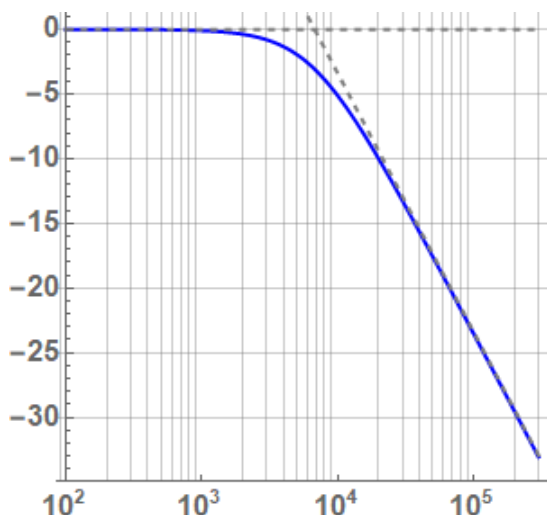
Dans ce TP, on étudiera le filtre RC représenté ci-dessous à droite, et on imposera en entrée une tension  $e(t)$  via un générateur basse fréquence (GBF) représenté à gauche :



On pourra mesurer la tension en sortie/entrée en utilisant un oscilloscope, ou la plaquette d'acquisition et Latis-Pro.

- On se place en régime harmonique décrit par des grandeurs complexes. Établir la fonction de transfert  $\underline{H}(\omega)$  du filtre.
- Identifier la pulsation propre  $\omega_0$  du filtre, de sorte à mettre la fonction de transfert sous forme  $\underline{H}(\omega) = \frac{1}{1+j\omega/\omega_0}$
- Sachant que la pulsation de coupure  $\omega_c$  vérifie  $|\underline{H}(\omega_c)| = H_{\max}/\sqrt{2}$ , déterminer la pulsation de coupure de ce filtre.
- Déterminer l'équivalence à basse et haute fréquence de  $\underline{H}(\omega)$ . Montrer que l'expression des asymptotes de  $G_{\text{dB,HF}}(\omega)$  et  $G_{\text{dB,BF}}(\omega)$  est :
  - Basse fréquence :  $G_{\text{dB,BF}} = 0$
  - Hautes fréquences :  $G_{\text{dB,HF}} = 20 \log(\omega_0) - 20 \log(\omega)$

On trace ci-dessous le diagramme de Bode théorique de ce filtre, pour les valeurs de R et C données plus haut. On complètera les abscisses et les ordonnées.

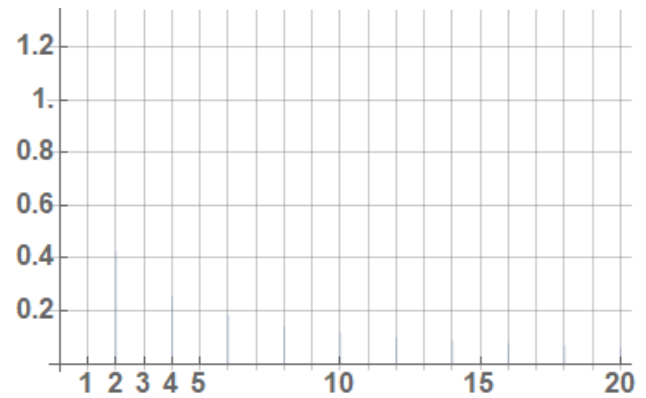


## I.2 - Spectre d'un signal carré

Un signal carré (ou créneau) de pulsation  $\omega = 2\pi/T$  se décompose en série de Fourier comme :

$$e(t) = \langle e \rangle + \frac{4E_0}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{2k+1} \sin((2k+1)\omega t)$$

- Exprimer l'amplitude de l'harmonique N (on pourra écrire les quelques premiers termes de la série).
- Indiquer sur le graphique ci-contre l'amplitude de l'harmonique 1, 3, 5, 11, et 15.



## II - PARTIE EXPÉRIMENTALE

### II.1 - Diagramme de Bode expérimental (à l'oscilloscope)

On commence l'étude expérimentale du filtre RC représenté en première partie, avec  $R = 1,5 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .

- Réaliser le filtre avec les dipôles fournis.
- Imposer une entrée sinusoïdale de forme  $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$  avec  $E_0 \approx 5 \text{ V}$  et  $\omega$  variable. Tracer le **diagramme de Bode expérimental** en gain de ce filtre. Le comparer ensuite au résultat théorique attendu (pentes asymptotiques, pulsation de coupure, etc.)
- Vérifier rapidement que la phase varie bien de manière cohérente avec le tracé du diagramme de Bode en phase.

### II.2 - Filtrage d'un signal carré (à la plaquette d'acquisition)

Régler la sortie du GBF afin qu'elle produise un signal carré de pulsation proche de  $\omega_0$  (on pourra l'observer au GBF pour vérifier qu'elle est correctement réglée).

- Acquérir ce signal d'entrée en utilisant la plaquette et Latis-Pro. On prendra garde à régler correctement les paramètres d'acquisition et le déclenchement.
- Calculer et afficher le **spectre du signal carré**. Le comparer au spectre théorique attendu.

Régler la pulsation du signal carré à environ  $\omega = \omega_0/10$ . Appliquer ce signal en entrée du filtre, et acquérir le signal de sortie.

- Quel comportement peut-on prévoir concernant les trois premières harmoniques ? Et pour les suivantes ?
- Acquérir le signal de sortie à l'aide de la plaquette d'acquisition et de Latis-Pro.
- Calculer et afficher le **spectre du signal filtré**. Le comparer au spectre attendu.