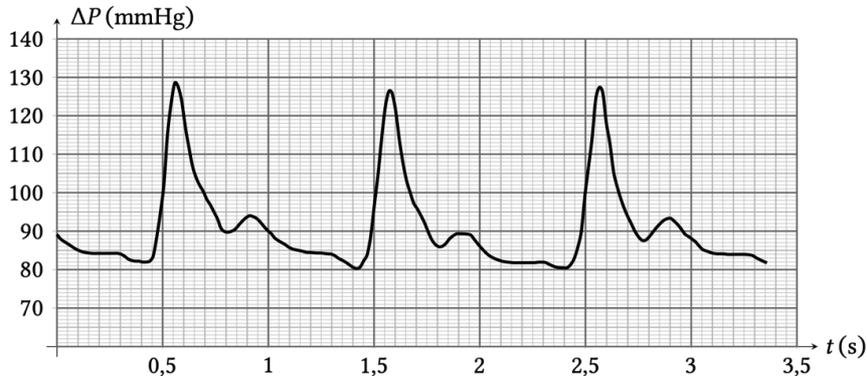


## TD Physique n°1 : Filtrage linéaire d'un signal

### Exercice 1 : Mesure de pression artérielle

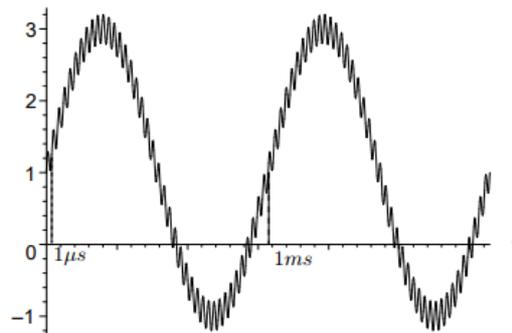
Les mesures de pression artérielle sont prises pour un individu allongé et au repos. La pression artérielle est mesurée par rapport à la pression atmosphérique. Elle est donc notée  $\Delta P$  et s'exprime en mmHg. La pression artérielle dans la circulation systémique évolue entre une valeur haute, correspondant à la pression artérielle systolique, et une valeur basse, correspondant à la pression artérielle diastolique. Une mesure de pression artérielle sur un patient en fonction du temps est donnée ci-dessous :



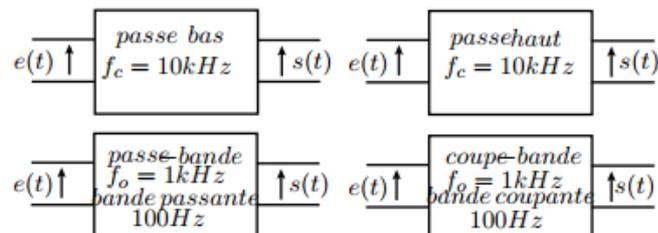
- Déterminer la pression artérielle systolique  $\Delta P_{a,sys}$  et la pression artérielle diastolique  $\Delta P_{a,di}$ .
- Les médecins utilisent fréquemment la formule  $\Delta P_{a,moy} = \frac{\Delta P_{a,sys} + 2\Delta P_{a,di}}{3}$  pour calculer la pression artérielle moyenne. Déterminer alors la valeur de la pression artérielle moyenne, justifier qualitativement la différence de pondération entre la pression systolique et diastolique.
- Estimer la fréquence cardiaque  $f$  en battements par minute (notés battements  $\cdot \text{min}^{-1}$ ).
- Sachant que le débit de volume de sang est de  $D_V = 5,0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$  au repos, déterminer le volume de sang  $V_1$  envoyé par le cœur à chaque battement. On exprimera  $V_1$  en mL.
- (\*\*) Le spectre de la pression artérielle contient-il des harmoniques ? Justifier.
- (\*\*) Quel type de filtrage est adapté pour déterminer la pression artérielle moyenne ? On précisera la fréquence de coupure du filtre désirée.

### Exercice 2 : Filtrage d'un signal

Un signal électrique, délivré par un détecteur analogique, est représenté ci-dessous :



- (\*\*\*) Donner l'allure du spectre de ce signal.
- Ce signal alimente les quatre filtres **idéaux** suivants :

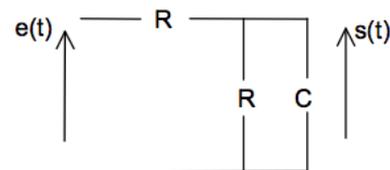


Pour chacun des filtres ci-dessus, décrire la tension obtenue en sortie de filtre.

**Exercice 3 : Etude d'un filtre d'ordre 1 – application à la transmission d'un signal**

1. On utilise le filtre ci-contre :

- Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H}$  de ce filtre. On posera :  $x = RC\omega$ .
- Donner l'expression de la réponse en gain et en phase. Tracer l'allure des courbes associées. Donner la nature du filtre.
- Déterminer la bande-passante du filtre. On notera  $\omega_c$  la pulsation de coupure de ce filtre.



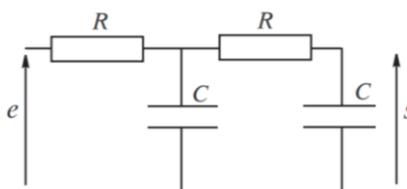
2. La tension d'entrée est désormais une tension triangulaire de pulsation  $\omega_0 = \frac{\omega_c}{2}$  (définie à la question précédente), de période  $T_0$ , et d'amplitude  $E_m = 1,0 \text{ V}$ . On prend  $RC = 2,0 \text{ ms}$ . On admet que  $e(t)$  peut s'écrire sous la forme suivante :

$$e(t) = E_m \left[ \cos(\omega_0 t) + \frac{1}{3^2} \cos(3\omega_0 t) + \frac{1}{5^2} \cos(5\omega_0 t) \right]$$

Quel signal attend-on en sortie si le filtre est idéal ?

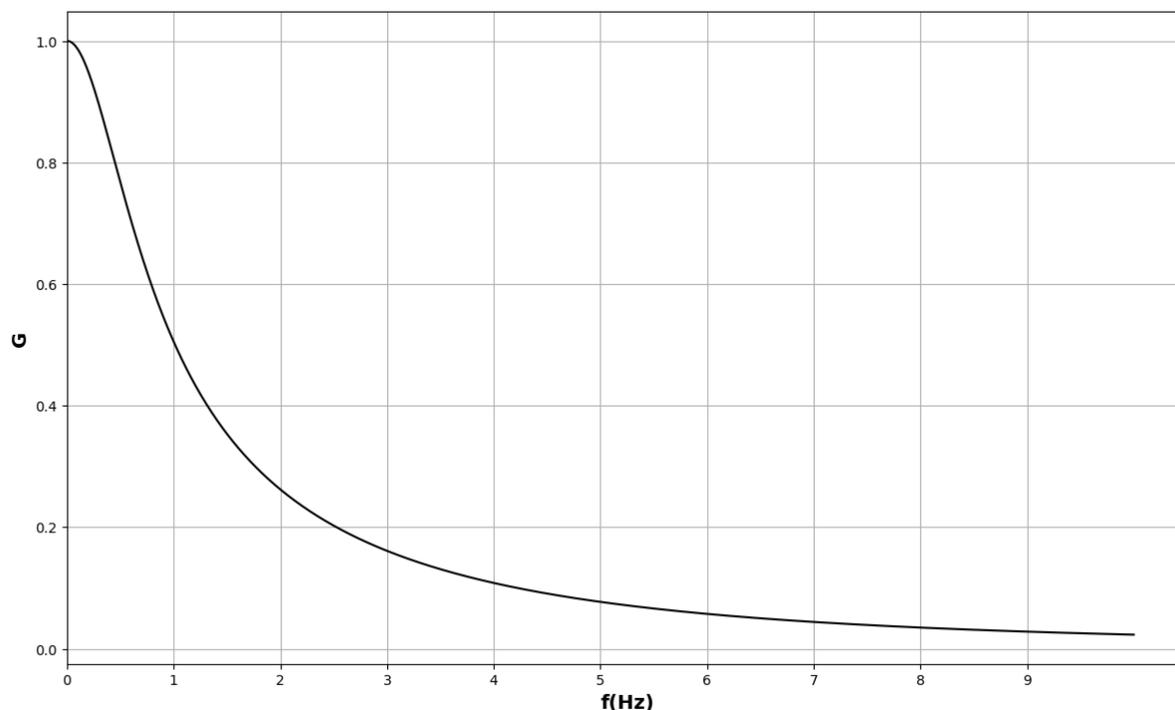
**Exercice 4 : Filtre RC en cascade**

On considère le filtre ci-contre :



La fonction de transfert de ce filtre s'écrit :  $\underline{H} = \frac{s}{e} = \frac{1}{1 - R^2 C^2 \omega^2 + j3RC\omega}$

- Donner le gain. On donnera l'allure de la réponse en gain en fonction de  $\omega$ . Quelle est la nature du filtre ?
- On donne ci-dessous la courbe du gain en fonction de  $\omega$  pour  $R = 1,0 \text{ k}\Omega$  et  $C = 1,0 \mu\text{F}$ . Déterminer la fréquence de coupure ainsi que la bande-passante en fréquence de ce filtre.

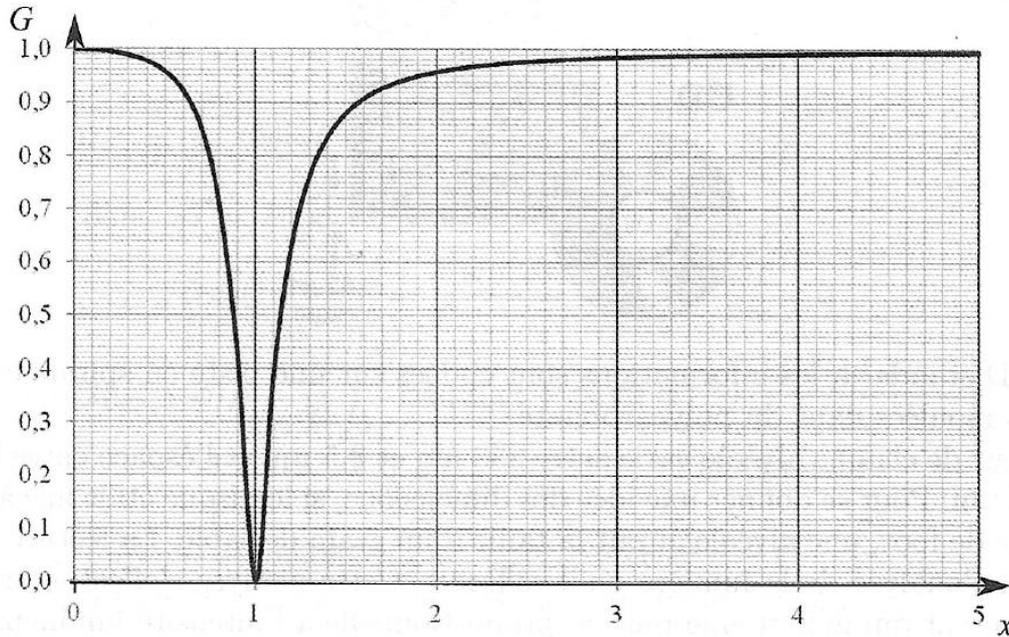


**Exercice 5 : Filtre réjecteur de fréquence (ou coupe-bande)**

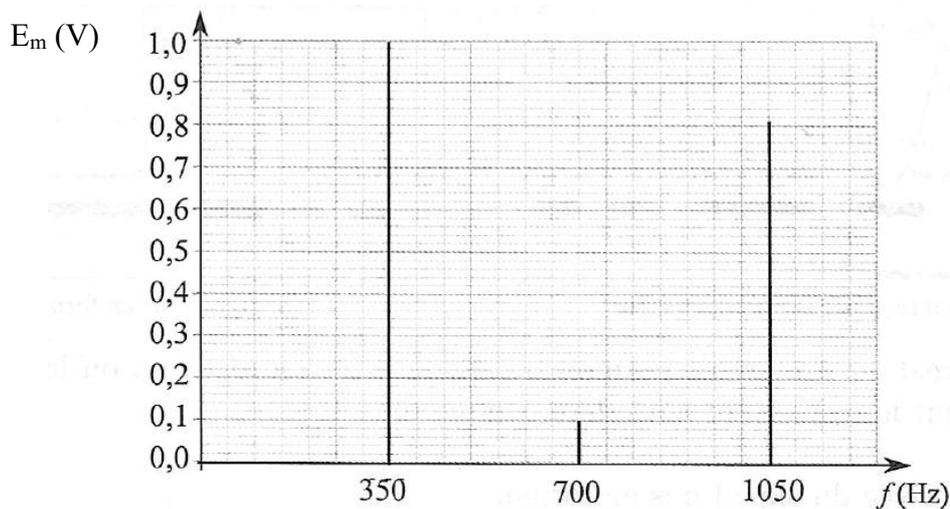
On s'intéresse à un filtre dont la fonction de transfert est de la forme :

$$\underline{H} = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e} = \frac{1-x^2}{1-x^2+j\frac{x}{Q}} \quad x = \frac{f}{f_0} \text{ avec } f_0 = 712 \text{ Hz}$$

La courbe de réponse en gain en fonction de  $x$  est la suivante :



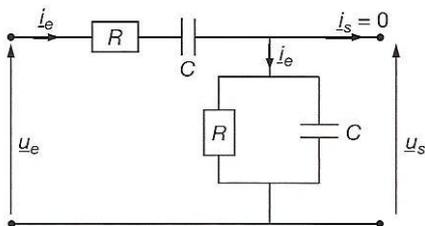
Un signal périodique  $u_e(t)$  de période  $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$  avec  $\omega_1 = 2200 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  est décrit par le spectre en amplitude donné ci-dessous, où  $E_m$  est l'amplitude des harmoniques associées au signal périodique :



1. Exprimer le gain du filtre étudié.
2. Justifier l'allure de la courbe de réponse en gain ainsi que la nature du filtre.
3. Donner les valeurs des fréquences de coupure associées à ce filtre.
4. (\*\*\*) A l'entrée du filtre proposé, on envoie le signal périodique dont le spectre est donné ci-dessus. En justifiant votre démarche, donner le spectre en fréquence du signal en sortie.



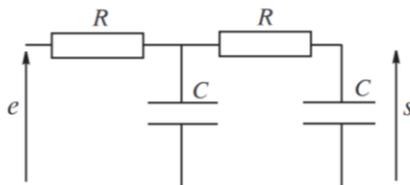
1.



Montrer que la fonction de transfert de ce filtre s'écrit :

$$\underline{H} = \frac{1}{3 + j\left(x - \frac{1}{x}\right)} \text{ avec } x = RC\omega$$

2.



Montrer que la fonction de transfert de ce filtre s'écrit :

$$\underline{H} = \frac{s}{e} = \frac{1}{1 - R^2 C^2 \omega^2 + j3RC\omega}$$