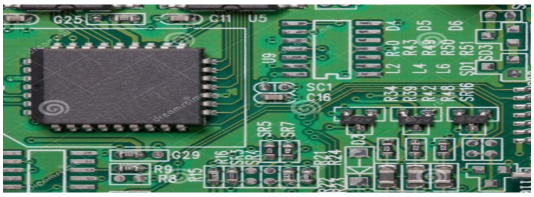
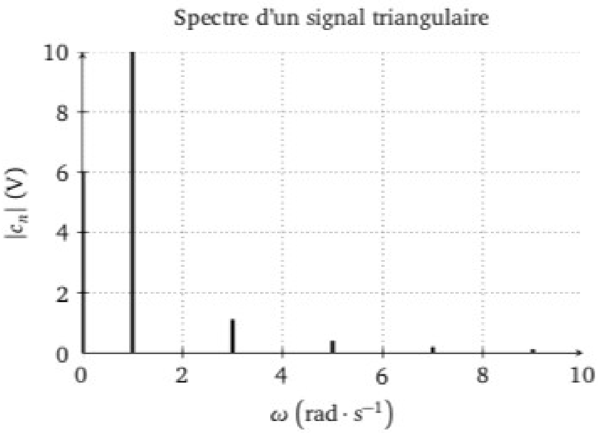
S7 Filtrage linaire

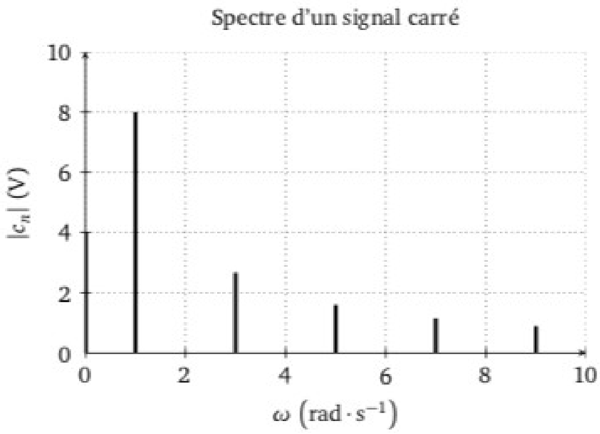


EXERCICE 1 : Analyse de spectres

On donne les spectres de deux tensions périodiques: le premier est triangulaire , le second est carré.

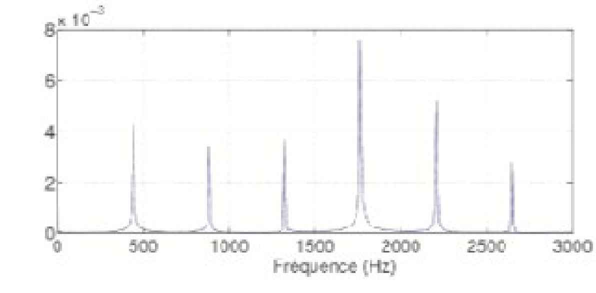


Spectre d'un signal triangulaire (1)

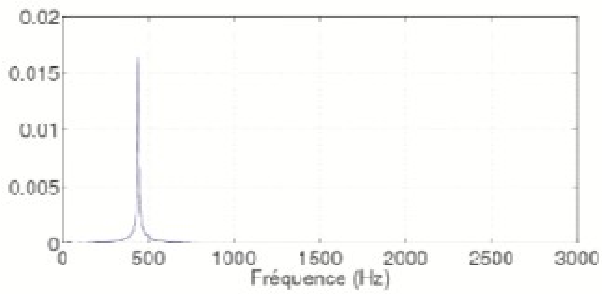


Spectre d'un signal carré (2)

Les deux spectres suivants représentent le spectre de la même note jouée à la trompette ou au vibraphone. L'unité verticale est arbitraire.



Spectre d'un signal joué à la trompette (3)



Spectre d'un signal joué au vibraphone (4)

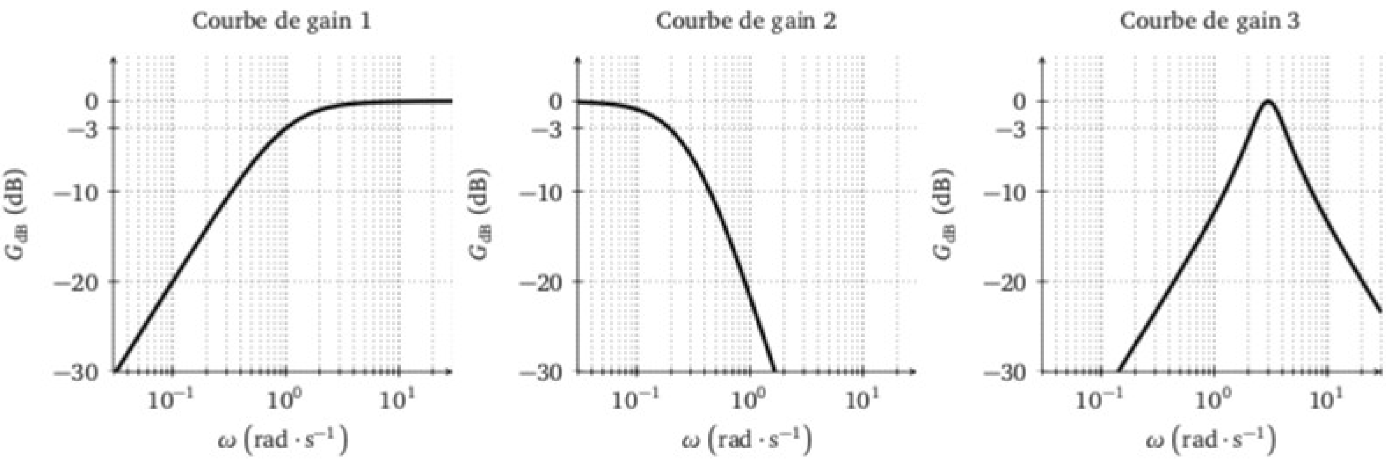
Compléter le tableau suivant :

spectre	1	2	3	4
Composante continue OUI/NON				
Fréquence du signal				
Valeur moyenne				

1

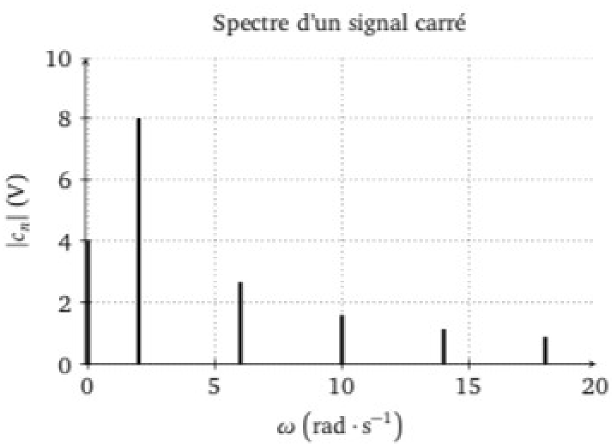
EXERCICE 2 : Bande passante

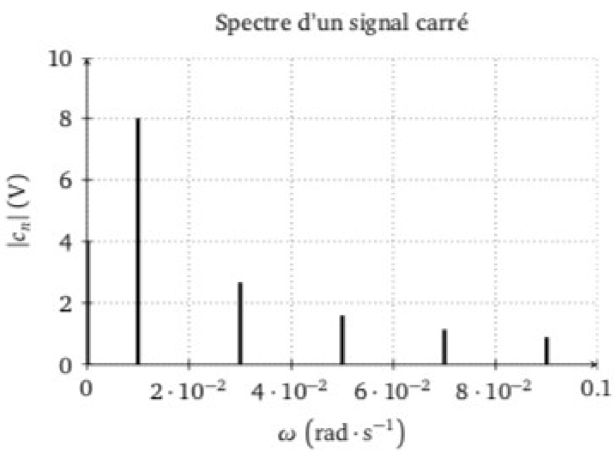
On donne ci-dessous, la courbe en décibel de trois filtres.

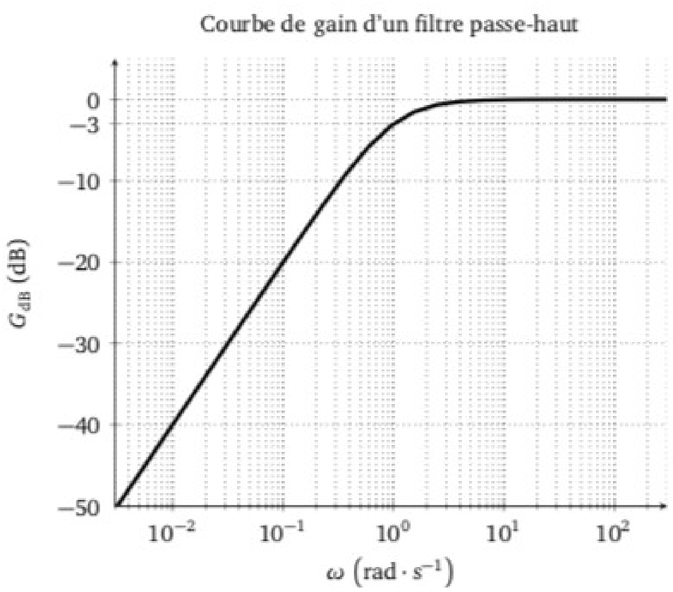


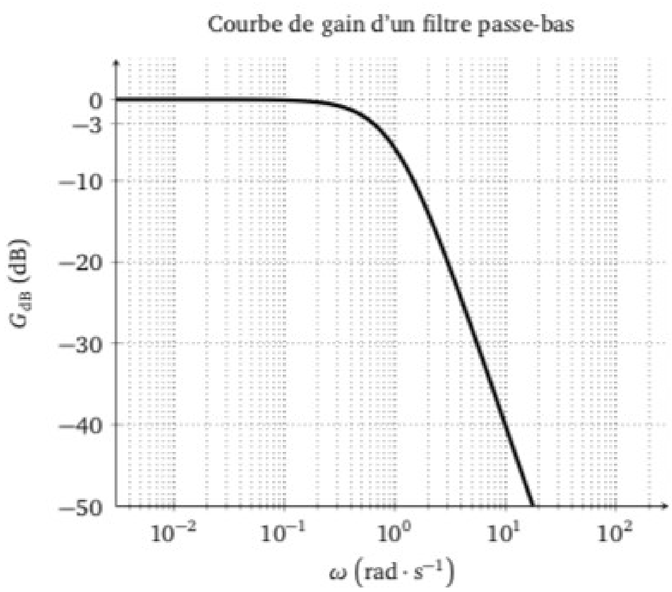
Identifier la (les) pulsation(s)de coupure de ces trois filtres.
Donner alors l'intervalle de la bande passante.
Attribuer les termes de passe-bande, passe-haut et passe-bas à ces trois filtres.

EXERCICE 3 : Prévoir la sortie d'un filtre



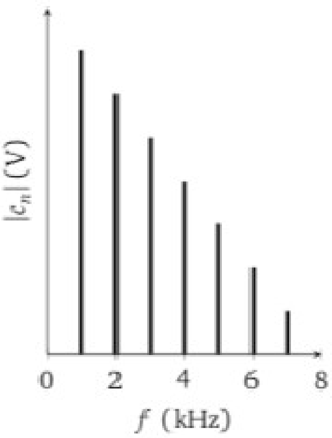




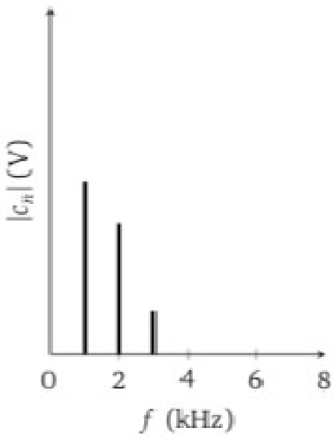


On envoie chacun de deux signaux carrés dans un <u>filtre passe haut</u> représenté ci-dessus. Déterminer qualitativement, le spectre de chaque signal en sortie.
Même question si on envoie ces signaux dans le filtre passe-bas représenté ci-dessus.

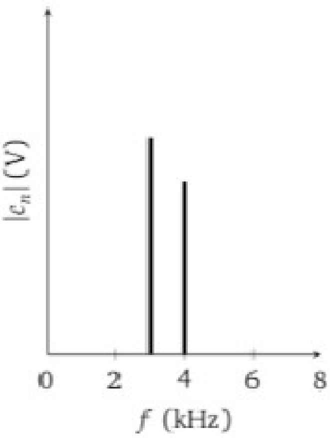
<u>EXERCICE 4: Filtrage et spectre</u>



Spectre du signal d'entrée e(t)



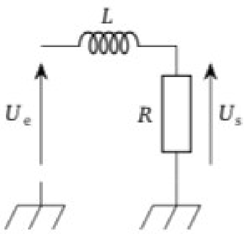
Spectre du signal e(t)
après passage
dans le premier filtre

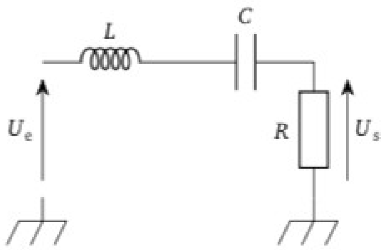


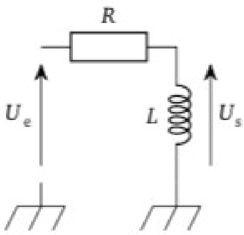
Spectre du signal e(t)
après passage
¨dans le second filtre

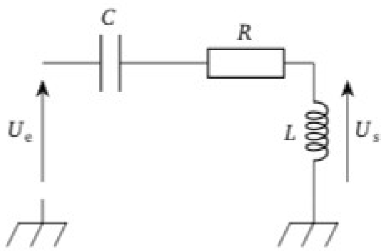
On considère un signal périodique e(t) dont le spectre est représenté sur la figure ci-dessus. On donne aussi l'allure des spectres obtenus en sortie de deux filtres lorsque le signal s(t) est envoyé en entrée. L'échelle verticale est la même sur les 3 spectres. Déterminer la nature (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) des deux filtres et l'ordre de grandeur de leur(s) fréquence(s) de coupure.

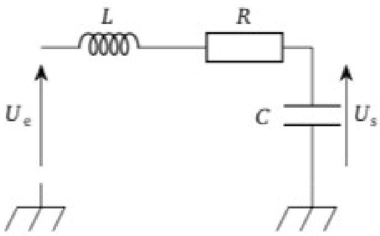
<u>EXERCICE 5:Nature du filtre (schémas équivalents)</u>
Pour chacun des circuits suivants tracer des schémas équivalents basse et haute fréquence et déduisez-en la nature du filtre.

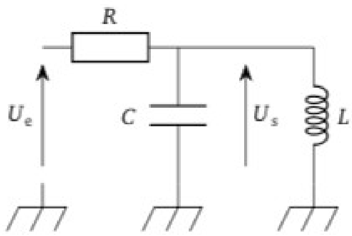
(1)


(4)


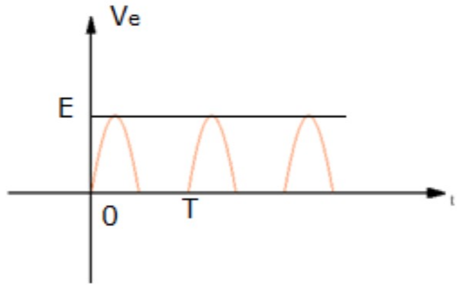
(2)


(5)


(3)


(6)


EXERCICE 6: Expression d'un signal de sortie et de son spectre



Filtre premier ordre

On considère le signal Ve(t), obtenu à partir d'un signal sinusoïdal grâce à une diode de redressement, de période T, de pulsation ω, de fréquence f = 50Hz.

Le signal Ve (t) est envoyé sur un filtre de fonction de transfert complexe : $\underline{H} = \frac{0,5}{1+j\frac{\omega}{20}}$

On note Vs(t) le signal en sortie du filtre.

Le développement de Ve(t) en série de Fourier est :

$$V_e(t) = E\left[\frac{1}{\pi} + \frac{1}{2}\sin(\omega t) - \frac{2}{\pi}\left(\frac{\cos(2\omega t)}{3} + \frac{\cos(4\omega t)}{15} + .. + \frac{\cos(2n\omega t)}{(2n)^2-1} + ...\right)\right]$$

1. Compléter le tableau ci-dessous

pulsation	0	ω	2 ω	3 ω	4 ω	5 ω
Amplitude de l'harmonique dans V_e						
Valeur de $\lvert\underline{H}\rvert$						
Amplitude de l'harmonique dans V_s						

2. En déduire l'allure approchée de Vs(t).
3. Quel peut être l'intérêt de ce montage ?

EXERCICE 7: Filtre second ordre

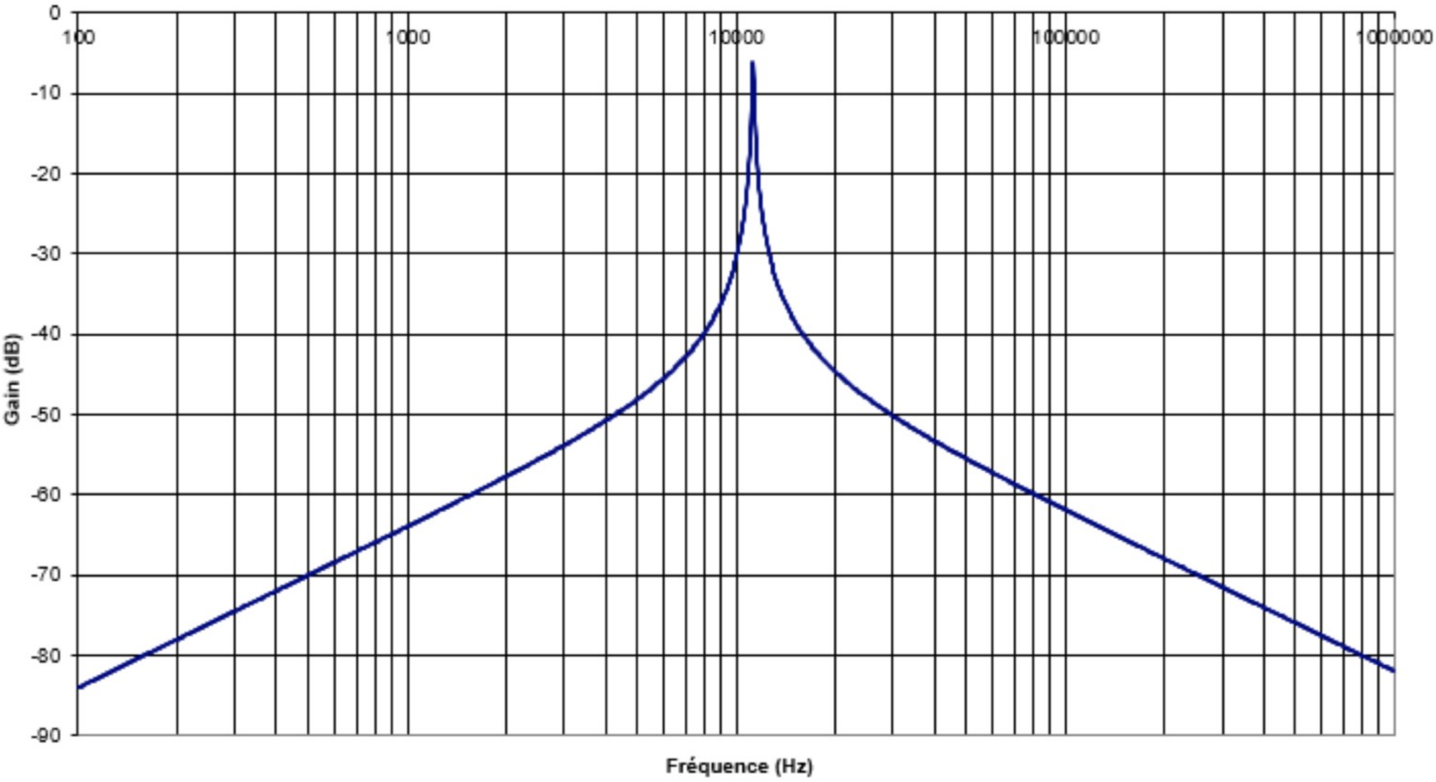
On étudie un filtre dont le diagramme de Bode en amplitude est donné ci-dessous et dont

la fonction de transfert est $\boxed{\underline{H} = \frac{H_0}{1+jQ\left(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f}\right)}}$ avec f_0 = 12 kHz

Données numériques

On rappelle que 20.log(2) = 6 dB et $\pi^2 \approx 10$

G	$6,3.10^{-5}$	$7,9.10^{-5}$	10^{-4}	$1,3.10^{-4}$	$1,6.10^{-4}$	2.10^{-4}	$2,5.10^{-4}$	$3,2.10^{-4}$	4.10^{-4}	5.10^{-4}	$6,3.10^{-4}$
20.log(G)	-84	-82	-80	-78	-76	-74	-72	-70	-68	-66	-64



1. On applique à l'entrée du filtre le signal $e_1(t) = E_0 + E_{1m} (2\pi f_1 t)$ avec $f_1 = f_0$, E_0 et E_{1m} étant des constantes. Déterminer l'expression littérale du signal de sortie $s_1(t)$.

2. On applique à l'entrée du filtre un signal triangulaire $e_2(t)$ de fréquence $f_2 = f_0/5$ et d'amplitude $E_{2m} = 10V$

   Le signal $e_2(t)$ est décomposable en série de Fourier :

$$e_2(t) = \frac{8E_{2m}}{\pi^2} \left(\frac{\sin(\omega_2 t)}{1} - \frac{\sin(3\omega_2 t)}{3^2} + \frac{\sin(5\omega_2 t)}{5^2} - \frac{\sin(7\omega_2 t)}{7^2} + ...\right)$$

   a- Tracer l'allure du spectre de Fourier en amplitude du signal $e_2(t)$, en précisant les valeurs numériques des amplitudes et des fréquences des trois premiers pics d'amplitude non nulle du signal d'entrée.

   b- En utilisant la courbe de gain en diagramme de Bode fournie, calculer les valeurs numériques des amplitudes de ces pics dans le signal de sortie $s_2(t)$. En déduire le spectre de Fourier en amplitude et l'expression numérique approchée du signal de sortie $s_2(t)$.

   c- Tracer le signal $s_2(t)$ en fonction du temps.

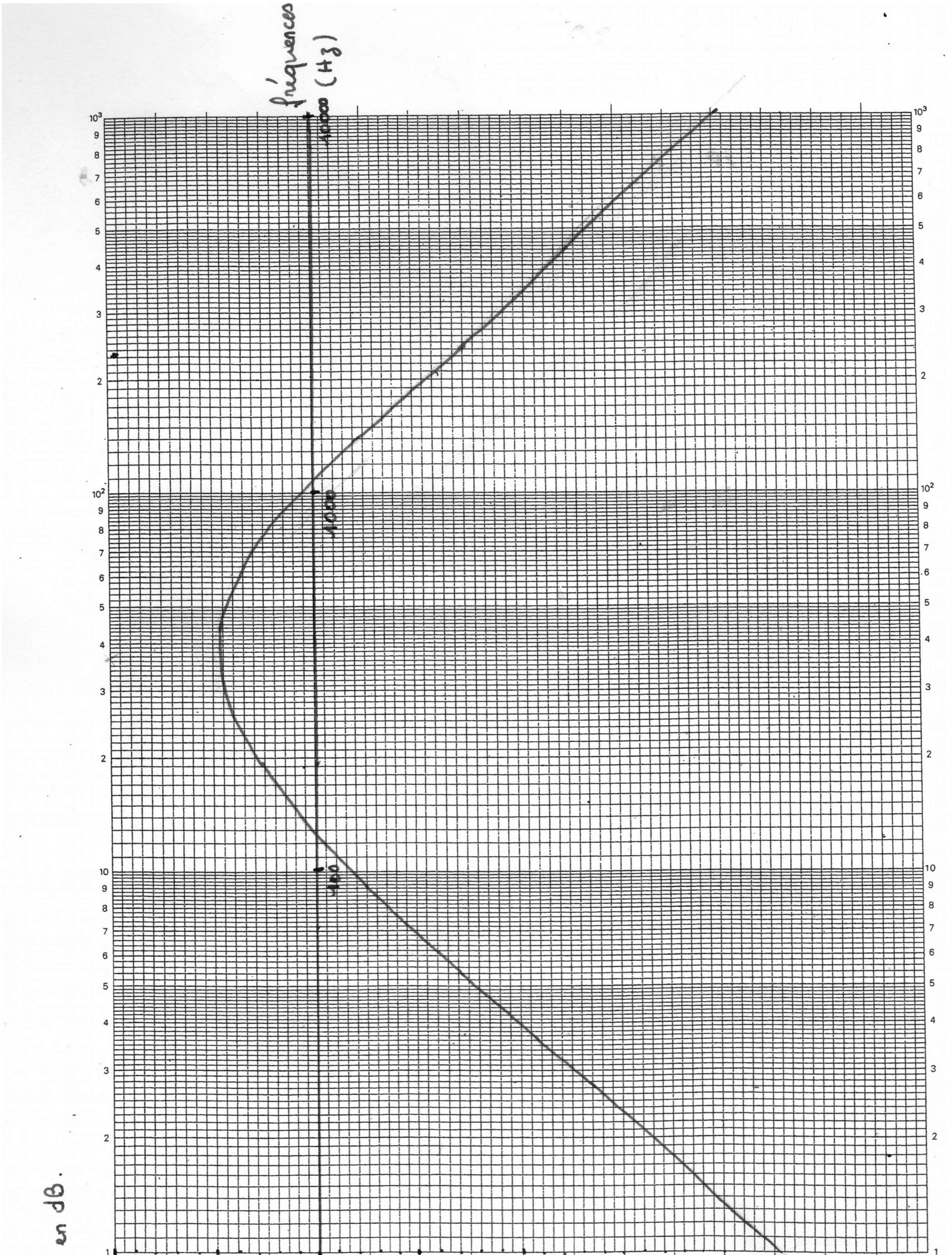
3. On applique à l'entrée du filtre un signal triangulaire $e_3(t)$ de fréquence $f_3 = 500$ Hz . Quelle est la forme du signal de sortie ?

EXERCICE 8: Exploiter un diagramme de Bode (en gain).

On considère un filtre passe-bande dont le diagramme de Bode (en gain), est représenté ci-dessous (page suivante).

Déterminer :

- f_o , ω_o : fréquence et pulsation de résonance
- G_o : gain max en dB. En déduire H_o.
- f_{c1} et f_{c2} : les fréquences de coupure. En déduire la bande passante Δf .
- les pentes des asymptotes en 0 et $+ \infty$


Gain en dB.
fréquences (Hz)
20
10
0
-10
-20
-30
-40
10000
1000
100