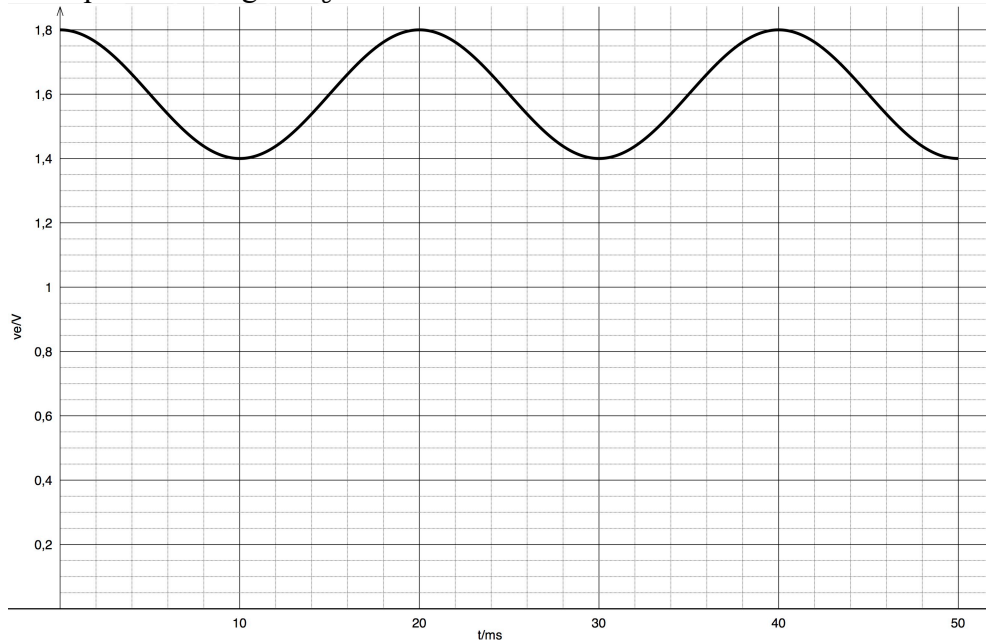


## Chapitre 04 - Représentations fréquentielles de signaux Travaux dirigés

### Exercice 01 : (d'après BTS SNIR 2016)

Un « smartphone » est doté d'une carte de contrôle de luminosité (permettant par la suite d'ajuster la luminosité de son écran). Le signal capté noté  $v_e$ , est altéré par une composante sinusoïdale de fréquence  $f$ . La représentation temporelle du signal  $v_e$  est donnée ci-dessous.



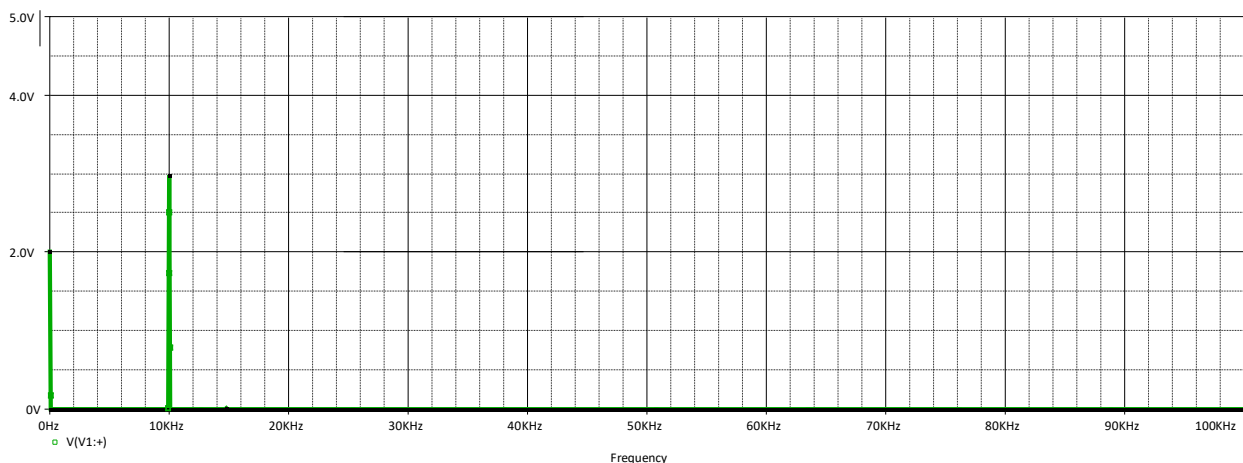
1. Déterminer la valeur moyenne de ce signal, notée  $\langle v_e \rangle$ .
2. Déterminer la fréquence de ce signal, notée  $f$ .
3. Déterminer l'amplitude de ce signal, notée  $U_m$ .
4. Tracer l'allure du spectre en amplitude du signal  $v_e$ , en précisant les noms et unités de chaque axe.
5. Déterminer la valeur de l'encombrement spectral de ce signal, en hertz.

### Exercice 02 :



**La correction commentée de cet exercice est disponible en vidéo.**

Un étudiant visualise le spectre en amplitude d'une tension  $u(t)$  :



1. Le signal est-il alternatif ? Si non, donner la valeur moyenne de ce signal, notée  $\langle u \rangle$ .

2. Quel type de signal représente la raie située sur l'abscisse  $f = 10 \text{ kHz}$  ?
3. Un étudiant affirme que « Le signal  $u(t)$  est variable, périodique et triangulaire » : a-t-il raison ? Si non, corriger sa proposition.

Un signal variable, périodique et sinusoïdal a pour expression littérale :

$$u(t) = \langle u \rangle + U_m \times \cos(2 \times \pi \times f \times t + \varphi)$$

4. Proposer une expression numérique pour  $u(t)$ .
5. Quelle grandeur nous manque-t-il afin de pouvoir une unique expression possible pour  $u(t)$  ?

On ajoute au signal  $u(t)$  un autre signal dont l'expression temporelle numérique est la suivante :

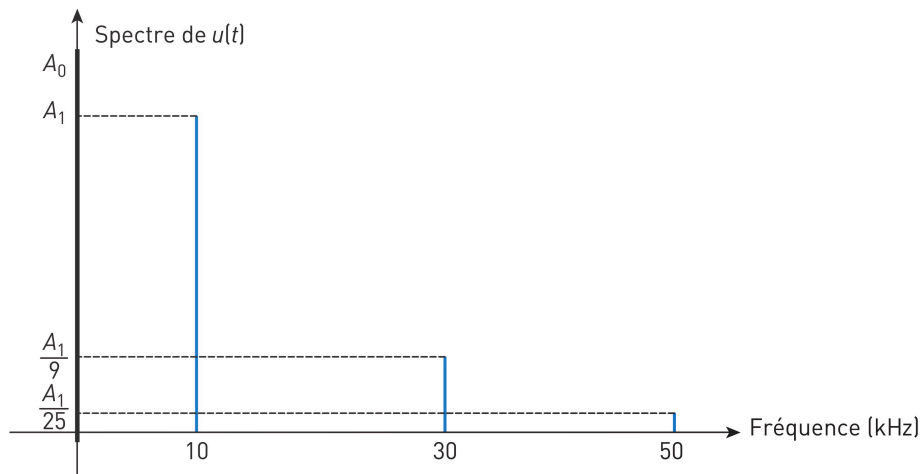
$$v(t) = 1,0 \cos(2\pi \times 25\,000 \times t)$$

On nomme  $w(t) = u(t) + v(t)$ , le signal résultant.

6. Tracer en bleu, la raie correspondante à  $v(t)$  sur le spectre précédent. On obtient ainsi le spectre du signal  $w(t)$ .
7. Le signal  $w(t)$  est-il périodique ? Justifier.
8. Déterminer la fréquence du fondamental du signal  $w(t)$ .
9. Le motif du signal  $w(t)$  est-il sinusoïdal ? Justifier.
10. Quel nom donne-t-on au signal représenté par la raie d'abscisse  $10 \text{ kHz}$ , par rapport au signal  $w(t)$  ?
11. Quel nom donne-t-on au signal  $v(t)$  par rapport au signal  $w(t)$  ? Préciser le rang.
12. Entourer sur le spectre, en rouge, les raies faisant partie de la composante alternative du signal  $w(t)$ .

### Exercice 03 :

On réalise le spectre d'une tension  $u(t)$  délivrée par un générateur basse fréquence (GBF) :



L'ordonnée du spectre représente l'amplitude en volt.

On donne  $A_0 = 2,80 \text{ V}$  et  $A_1 = 2,50 \text{ V}$ .

1. Justifier à partir de l'allure du spectre, que le signal  $u(t)$  est périodique.
2. Le signal  $u(t)$  est-il alternatif ? Justifier.
3. Déterminer la fréquence, notée  $f$ , du signal  $u(t)$ .
4. Le signal  $u(t)$  est-il un signal sinusoïdal ? Justifier votre réponse à l'aide du spectre.
5. Quels sont les rangs des harmoniques visibles sur ce spectre ?
6. Déterminer graphiquement la valeur moyenne de  $u(t)$ , notée  $\langle u(t) \rangle$ .
7. Pour les harmoniques du rang 1 à 5 inclus, déterminer leur fréquence notée  $f_n$ , leur amplitude notée  $A_n$ .

8. Entourer sur le spectre, en rouge, les raies faisant partie de la composante alternative du signal  $u(t)$ .
9. Sur votre copie, recopier et compléter **littéralement**, l'expression suivante du signal  $u(t)$ :

$$u(t) = \dots + \dots \cos(\dots t) + \dots \cos(\dots t) + \dots \cos(\dots t)$$

10. Sur votre copie, recopier et compléter **numériquement**, l'expression suivante du signal  $u(t)$ :

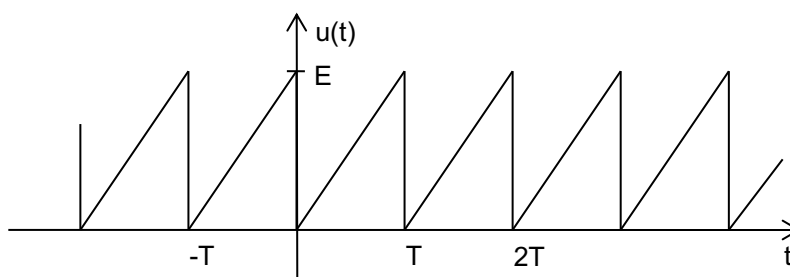
$$u(t) = \dots + \dots \cos(\dots t) + \dots \cos(\dots t) + \dots \cos(\dots t)$$

Exercice 04 :



**La correction partielle commentée de cet exercice est disponible en vidéo.**

On étudie le signal  $u(t)$  dont la représentation temporelle est la suivante :



1. Qualifier le signal  $u(t)$  à l'aide des adjectifs usuels.

On souhaite obtenir un signal  $u(t)$  tel que sa valeur crête à crête soit égale à  $E = 10,0V$  et sa période soit égale à  $T = 2,000 ms$ .

2. Calculer la valeur moyenne de  $u(t)$ , notée  $\langle u \rangle$ .
3. Déterminer la valeur de la fréquence, notée  $f$ , de la tension  $u(t)$ .

La décomposition en série de Fourier de ce type de signal donne le résultat suivant :

$$u(t) = \langle u \rangle + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{E}{n \times \pi} \times \cos \left( 2\pi \times n f_1 t + \frac{\pi}{2} \right) \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^*$$

4. Déterminer la valeur de l'encombrement spectral de ce signal, en hertz.
5. Compléter le tableau suivant :

Harmonique de rang $n$	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
Fréquence $f_n$ (Hz)					
Phase à l'origine $\varphi_n$ (rad)					
Amplitude $A_n$ (V)					

6. Tracer l'allure du spectre en amplitude du signal  $u(t)$ .
7. Déterminer l'encombrement spectral à 5% (de la valeur crête à crête du signal).

Exercice 05 :

On donne le tableau ci-dessous les spectres en amplitude des signaux d'entrée et de sortie pour quatre systèmes différents.

Système	Spectre du signal d'entrée	Spectre du signal de sortie
A	<p>Spectre du signal d'entrée pour le système A : Amplitude en volt (0.0 à 4.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 4.0 V.</p>	<p>Spectre du signal de sortie pour le système A : Amplitude en volt (0.0 à 4.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 4.0 V.</p>
B	<p>Spectre du signal d'entrée pour le système B : Amplitude en volt (0.0 à 4.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 4.0 V.</p>	<p>Spectre du signal de sortie pour le système B : Amplitude en volt (0.0 à 5.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 5.0 V.</p>
C	<p>Spectre du signal d'entrée pour le système C : Amplitude en volt (0.0 à 4.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 4.0 V.</p>	<p>Spectre du signal de sortie pour le système C : Amplitude en volt (0.0 à 6.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes augmentent avec la fréquence.</p>
D	<p>Spectre du signal d'entrée pour le système D : Amplitude en volt (0.0 à 4.0) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes sont constantes à 4.0 V.</p>	<p>Spectre du signal de sortie pour le système D : Amplitude en volt (0.00 à 2.00) vs f en Hertz (0.0 x 10<sup>0</sup> à 1.0 x 10<sup>5</sup>). Les amplitudes diminuent avec la fréquence.</p>

1. Lequel des systèmes n'est pas un système filtrant ? Justifier votre réponse.

Pour chaque système filtrant, répondre aux questions suivantes :

- Déterminer la nature du filtrage (passe-bas, passe-bande ou passe-haut) du système filtrant.
- Indiquer si le système filtrant est réel ou idéal.
- Déterminer la valeur de  $T_0$  et préciser son nom.

5. Pour le système A, entourer, sur votre énoncé, la seule valeur de fréquence de coupure  $f_c$  possible, parmi les suivantes :

$$f_c = 30 \text{ kHz}; f_c = 39 \text{ kHz}; f_c = 41 \text{ kHz}; f_c = 51 \text{ kHz}; f_c = 52 \text{ kHz}$$

6. En déduire la bande passante ainsi que la largeur de la bande passante du système A.
7. Compléter les phrases suivantes :

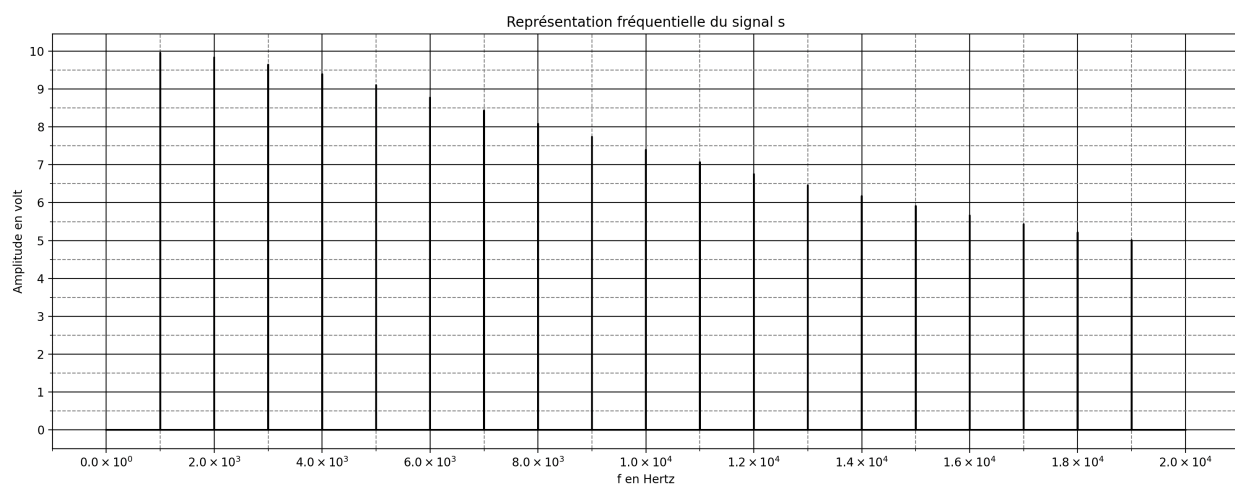
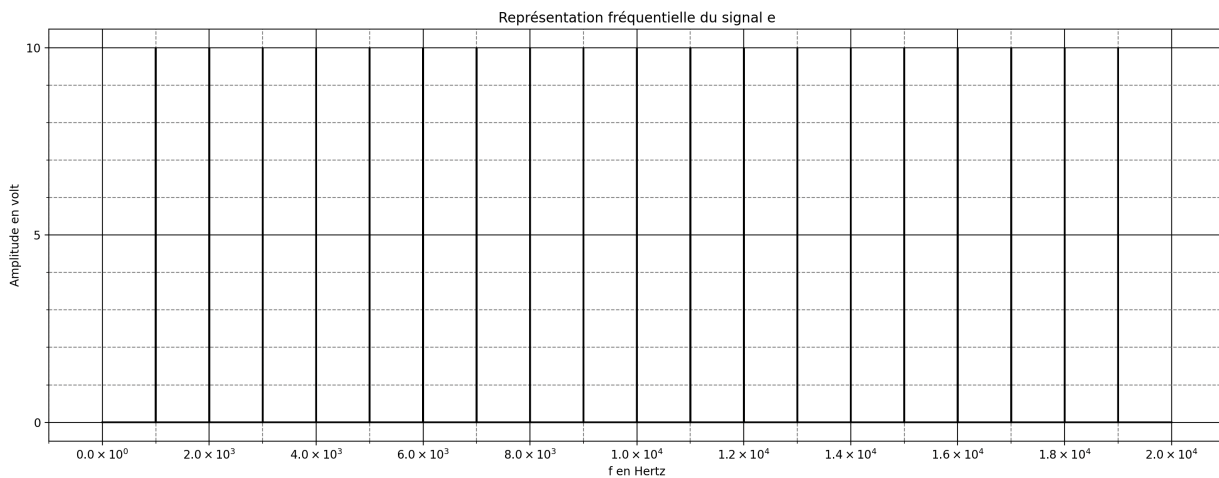
*Le système ... atténue les amplitudes des raies dans la bande passante car  $|T_0| \dots 1$*

*Le système ... amplifie les amplitudes des raies dans la bande passante car  $|T_0| \dots 1$*

*Le système ... ne modifie pas les amplitudes des raies dans la bande passante car  $|T_0| \dots 1$*

Exercice 06 :

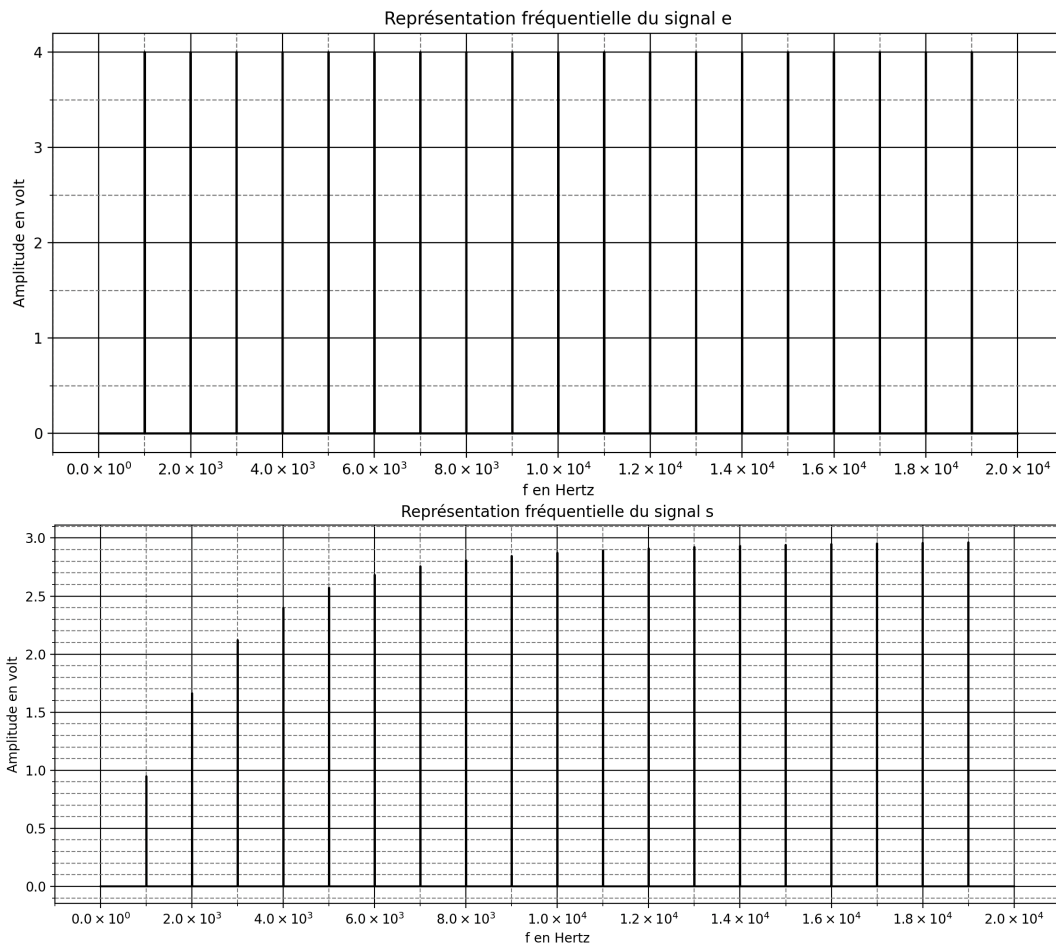
Afin d'étudier un système filtrant, on donne ci-après les spectres en amplitude des signaux d'entrée et de sortie.



1. Déterminer la nature du filtrage (passe-bas, passe-bande ou passe-haut) du système filtrant.
2. Indiquer si le système filtrant est réel ou idéal.
3. Déterminer la valeur de  $T_0$  et préciser son nom.

Exercice 07 :

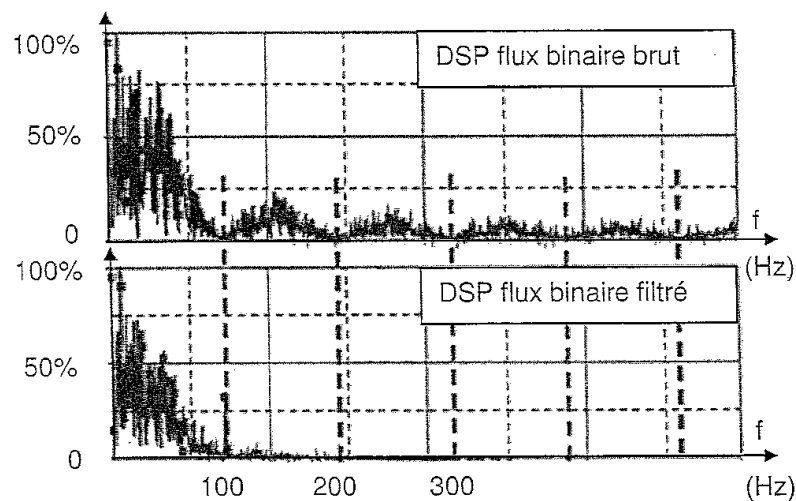
Afin d'étudier un système filtrant, on donne ci-après les spectres en amplitude des signaux d'entrée et de sortie.



1. Déterminer la nature du filtrage (passe-bas, passe-bande ou passe-haut) du système filtrant.
2. Indiquer si le système filtrant est réel ou idéal.
3. Déterminer la valeur de  $T_0$  et préciser son nom.

Exercice 08 : extrait du BTS SNIR 2018

Un filtre d'émission est utilisé : la représentation suivante donne la densité spectrale de puissance (DSP) du flux binaire brut et la DSP du flux binaire après filtrage.



Donner la nature du filtre permettant de réaliser le filtrage du flux binaire.