

# ♪ Thème I. Ondes et signaux (Électricité) TP n°14 Filtrage d'un son

Vendredi 14 février 2025

## Compétences exigibles du programme :

- ✓ Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.
- ✓ Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.

### Matériel :

- Tout le matériel d'électricité.
- Logiciels : Spyder, Audacity, régressi/orphylab.

## I Filtrage analogique

- 👉 🎵 Copier le fichier son TP\_filtrage\_son.wav disponible dans la zone Partage → physique → 2024-2025 → TP14 filtrage, dans votre zone personnelle.

Q1. 🎵 L'écouter, que constatez-vous ?

Pour rendre le son audible, on souhaite réaliser un filtrage du signal.

- Q2. Proposer un cahier des charges adapté.  
Q3. Proposer un montage répondant au cahier des charges.

- 👉 Câbler le montage.
- 👉 Le signal d'entrée (« semblable » au magnifique morceau de musique bruité précédent) sera généré par la carte d'acquisition.
- 👉 Récupérer, dans la zone Partage, le fichier signal\_entree.py contenant le signal d'entrée.
- 👉 L'ouvrir avec Orphylab.
- 👉 La carte d'acquisition est connectée par port USB sur l'ordinateur.
- 👉 La sortie SA est connectée au filtre / à l'oscilloscope.

Q4. Étudier quantitativement la qualité du filtrage réalisé par le filtre.

## II Filtrage numérique

🖥 On souhaite maintenant réaliser un filtrage numérique à l'aide de python.

On suppose que le signal d'entrée est représenté par une liste et on note  $f_e$  la fréquence d'échantillonnage, avec  $f_e = 1/T_e$ , où  $T_e$  est le temps entre deux éléments de la liste.

- Q5. À partir de la fonction de transfert du filtre étudié précédemment, obtenir l'équation différentielle reliant les signaux d'entrée  $e$  et de sortie  $s$ .
- Q6. À partir de l'équation différentielle reliant les signaux d'entrée et de sortie, montrer que, pour un filtre de fréquence de coupure  $f_c$ , la liste représentant le signal de sortie  $s$  vérifie la relation de récurrence :

$$s_{i+1} = s_i + \frac{2\pi f_c}{f_e}(e_i - s_i)$$

- 👉 Récupérer dans la zone partage le fichier filtrage\_numerique.py, le copier dans votre zone personnelle. L'ouvrir avec Spyder.

- Q7. 🖥 Compléter le fichier.
- Q8. Réaliser le filtrage pour plusieurs fréquences de coupures.
- Q9. 🎵 Écouter le son issu de ce filtrage.

# ♪ Thème I. Ondes et signaux (Électricité) TP n°14 Filtrage d'un son

Vendredi 14 février 2025

## Compétences exigibles du programme :

- ✓ Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.
- ✓ Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.

### Matériel :

- Tout le matériel d'électricité.
- Logiciels : Spyder, Audacity, régressi/orphylab.

## I Filtrage analogique

- 👉 🎵 Copier le fichier son TP\_filtrage\_son.wav disponible dans la zone Partage → physique → 2024-2025 → TP14 filtrage, dans votre zone personnelle.

Q1. 🎵 L'écouter, que constatez-vous ?

Pour rendre le son audible, on souhaite réaliser un filtrage du signal.

- Q2. Proposer un cahier des charges adapté.  
Q3. Proposer un montage répondant au cahier des charges.

- 👉 Câbler le montage.
- 👉 Le signal d'entrée (« semblable » au magnifique morceau de musique bruité précédent) sera généré par la carte d'acquisition.
- 👉 Récupérer, dans la zone Partage, le fichier signal\_entree.py contenant le signal d'entrée.
- 👉 L'ouvrir avec Orphylab.
- 👉 La carte d'acquisition est connectée par port USB sur l'ordinateur.
- 👉 La sortie SA est connectée au filtre / à l'oscilloscope.

Q4. Étudier quantitativement la qualité du filtrage réalisé par le filtre.

## II Filtrage numérique

🖥 On souhaite maintenant réaliser un filtrage numérique à l'aide de python.

On suppose que le signal d'entrée est représenté par une liste et on note  $f_e$  la fréquence d'échantillonnage, avec  $f_e = 1/T_e$ , où  $T_e$  est le temps entre deux éléments de la liste.

- Q5. À partir de la fonction de transfert du filtre étudié précédemment, obtenir l'équation différentielle reliant les signaux d'entrée  $e$  et de sortie  $s$ .
- Q6. À partir de l'équation différentielle reliant les signaux d'entrée et de sortie, montrer que, pour un filtre de fréquence de coupure  $f_c$ , la liste représentant le signal de sortie  $s$  vérifie la relation de récurrence :

$$s_{i+1} = s_i + \frac{2\pi f_c}{f_e}(e_i - s_i)$$

- 👉 Récupérer dans la zone partage le fichier filtrage\_numerique.py, le copier dans votre zone personnelle. L'ouvrir avec Spyder.

- Q7. 🖥 Compléter le fichier.  
Q8. Réaliser le filtrage pour plusieurs fréquences de coupures.  
Q9. 🎵 Écouter le son issu de ce filtrage.