

## CHAP 06-ACT EXP L'effet wah-wah et autre traitement du son

**Mots clés :** Traitement du son

**Objectifs :** Résolution de problèmes scientifiques

Les joueurs de guitare électrique utilisent souvent une pédale wah-wah, qui leur permet de modifier le son produit par leur instrument. En quoi consiste l'effet wah-wah ?



Franck Zappa (1970).

## 1. ETUDE D'UN FILTRE ELECTRONIQUE

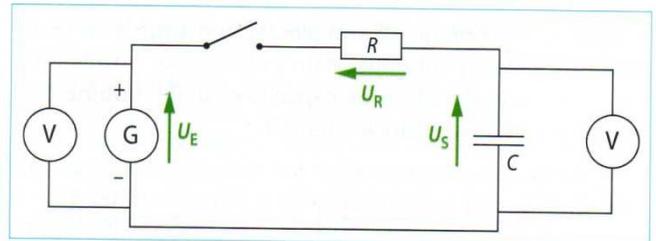
### 1.1 Principe

Certains filtres électroniques sont conçus à l'aide de condensateurs et de conducteurs ohmiques pour modifier l'amplitude d'un signal. Un **filtre passe-bas** réduit l'amplitude des signaux dont la fréquence est supérieure à une fréquence caractéristique du filtre, appelée **fréquence de coupure**. Sa valeur dépend des condensateurs et des résistances choisis. Un **filtre passe-haut** réduit l'amplitude des signaux dont la fréquence est inférieure à la fréquence de coupure.

### 1.2 Montage

- Réaliser le montage suivant comportant : un conducteur ohmique de résistance  $R$  (exprimée en ohms, de symbole  $\Omega$ ) et un condensateur de capacité  $C$  (exprimée en Farad, de symbole  $F$ )

$$R = 100 \Omega \text{ et } C = 1,0 \mu F$$



- Brancher un GBF délivrant une tension sinusoïdale à l'entrée du filtre.
- Brancher un voltmètre à l'entrée du filtre pour mesurer la valeur efficace  $U_E$  de la tension d'entrée aux bornes du GBF et un second à la sortie du filtre pour mesurer la valeur efficace  $U_S$  de la tension de sortie aux bornes du condensateur.

### 1.3 Mesures

- Faire varier la fréquence  $f$  du GBF tous les 200 Hz (de 200 Hz à 4 000 Hz) et pour chaque valeur de la fréquence, mesurer  $U_E$  et  $U_S$ .
- Entrer les valeurs dans un tableur et faire calculer  $\log(f)$  et le gain  $G$  en décibels (dB)

Le gain correspond au rapport de la tension de sortie  $U_S$  d'un circuit sur la tension d'entrée  $U_E$ .

$$G = 20 \log(U_S/U_E)$$

Cette grandeur logarithmique s'exprime en décibels (dB)

## 1.4 Exploitation

- 1) Tracer le diagramme représentant  $G$  en fonction de  $\log(f)$ .
- 2) Quelle est l'action de ce filtre ? S'agit-il d'un filtre passe-bas ou passe-haut ?

La **fréquence de coupure**  $f_c$ , est la fréquence pour laquelle le rapport  $U_S/U_E$  est égal à  $1/\sqrt{2}$ , c'est à dire la fréquence pour laquelle le gain vaut  $G = -3 \text{ dB}$ .

- 3) Déterminer graphiquement la fréquence de coupure  $f_c$ .

L'expression théorique de la fréquence de coupure est :

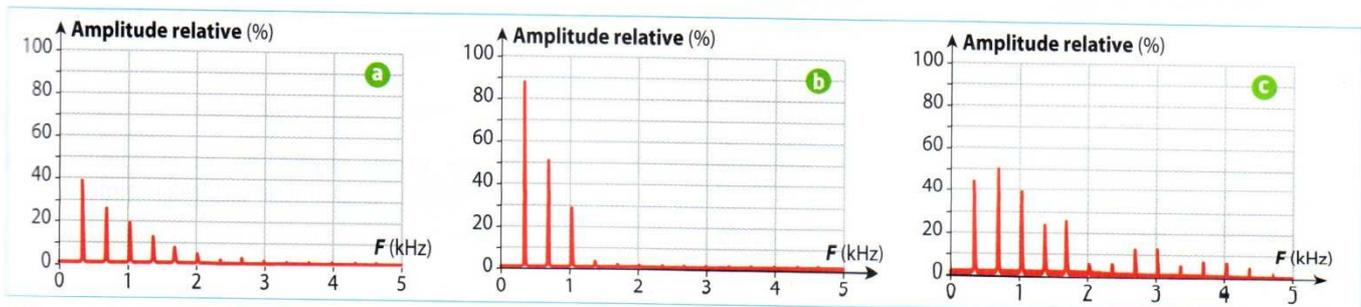
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

- 4) Calculer  $f_c$ .
- 5) Evaluer l'écart relatif entre la valeur expérimentale et la valeur calculée de  $f_c$ .

## 2. LA PEDALE WAH-WAH

### 2.1 Principe

Une guitare est associée à une pédale « Wah-Wah », qui possède deux positions (1 et 2). L'analyse fréquentielle du son émis par une corde de guitare est effectuée pour les différentes positions de la pédale.



4 Analyse fréquentielle du son émis par une corde de guitare associée à une pédale « Wah-Wah ». a. Pédale inactive, b. Position 1, c. Position 2.

- 1) En comparant les spectres ci-dessus, décrire les modifications du son entraînées par l'effet wah-wah. La hauteur du son est-elle modifiée ?
- 2) Quel type de filtre permet d'obtenir l'effet de la pédale en position 1 ?

### 2.1 Mise en œuvre expérimentale

Audacity est un logiciel libre de droit que l'on peut télécharger sur <http://audacity.sourceforge.net> On peut utiliser des enregistrements réalisés à l'aide d'un microphone et d'une carte son, mais il est également possible d'utiliser des fichiers contenant des échantillons d'instruments de musique téléchargés depuis des bibliothèques en ligne.

- Dans Audacity, ouvrir le fichier « rock\_guitar\_riff.wav » et jouer le morceau.

- Sélectionner une portion du morceau d'une ½ seconde (par ex. entre 1,0 et 1,5 s) et réaliser l'analyse spectrale de cet extrait (Menu « Analyse », puis « Tracer le spectre »). Réaliser éventuellement une capture d'écran.
  - Pour terminer, annuler votre sélection par un double clic sur la piste audio.
- Dans l'onglet « Effet », sélectionner « filtre passe-haut » ou « High Pass Filter » (Atténuation « Roll off » = 36 dB, fréquence de coupure « Cut off frequency » = 2000 Hz)  
Rejouer le morceau puis tracer le spectre du même extrait. Comment le son est-il modifié ?
  - Pour terminer, annuler votre sélection par un double clic sur la piste audio et annuler l'effet du filtre (Menu « Edition », puis « annuler High Pass Filter »)
- Dans l'onglet « Effet », sélectionner « filtre passe-bas » ou « Low Pass Filter » (Atténuation = 36 dB, fréquence de coupure = 2000 Hz)  
Rejouer le morceau puis tracer le spectre du même extrait. Comment le son est-il modifié ?
  - Pour terminer, annuler votre sélection par un double clic sur la piste audio et annuler l'effet du filtre (Menu « Edition », puis « annuler Low Pass Filter »)
- Dans l'onglet « Effet », sélectionner « wah-wah ». Rejouer le morceau puis tracer le spectre du même extrait. Comment le son est-il modifié ? Pourquoi cet effet est-il appelé « wah-wah » ?

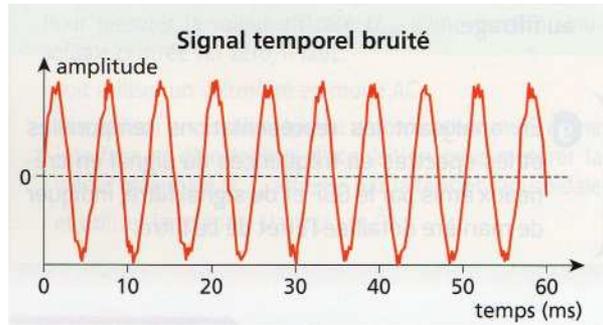
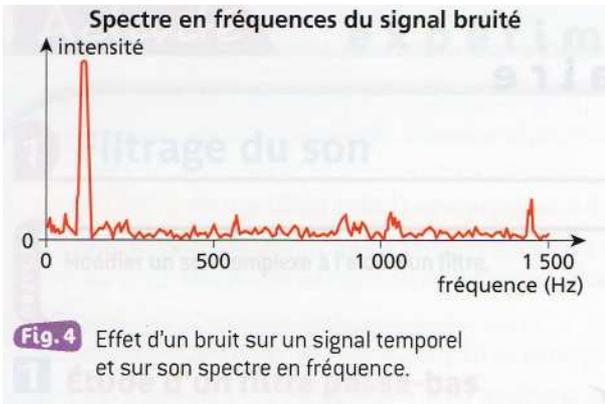
### 3. FILTRAGE DES BRUITS

Un son perçu comporte souvent des « bruits » de fréquences variées pouvant provenir de diverses sources parasites. Ils rendent le message moins audible;  
Comment peut-on éliminer les bruits présents dans un échantillon sonore à l'aide de filtres ?

#### Documents :

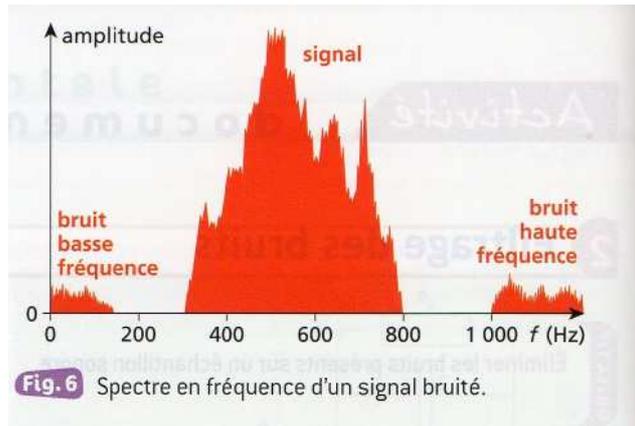
Filtre	Filtre 1	Filtre 2	Filtre 3
Montage			
Effet			
Fréquence caractéristique	$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$	$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$

Fig. 3 Tableau de différents filtres.



Résistances $R$	Capacités $C$	Inductances $L$
100 $\Omega$	590 nF	1,0 mH
200 $\Omega$	8,0 $\mu$ F	20 mH
300 $\Omega$	1,0 mF	0,50 H

**Fig. 5** Tableau de composants.



### Questions :

- Attribuer à chaque filtre de la figure 3 un qualificatif parmi passe-bas, passe-haut, passe- bande. Justifier.
- À l'aide de la figure 4, caractériser un bruit en fréquence et en amplitude
- Quel filtre du tableau de la figure 3 faut-il utiliser pour éliminer ce bruit et conserver uniquement le signal sinusoïdal à 159 Hz ? Déterminer les paramètres de ce filtre et les composants à utiliser parmi ceux du tableau de la Figure 5.
- La figure 6 présente le spectre d'un échantillon sonore comportant des bruits. Déterminer quels filtres il faut utiliser pour les éliminer, en choisissant les composants parmi ceux de la figure 5.