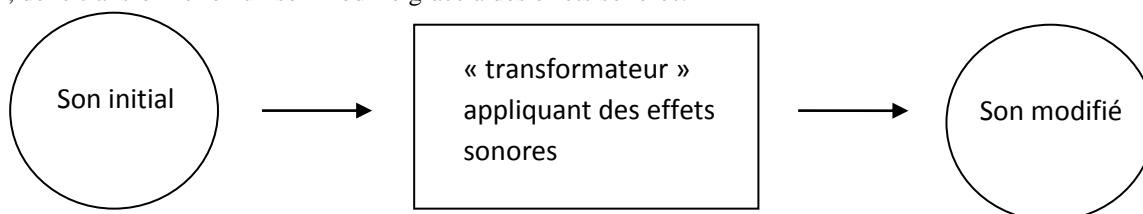


## Traitement du son

Le « Wah wah » est probablement l'un des effets pour instruments les plus utilisés par les musiciens de tous styles. En quoi consiste un effet sonore ?

### Document 1 : modifier un signal (sonore)

Avec les avancées technologiques en terme d'électroacoustique et de traitement du signal, il est aisé, à partir d'un son initial, de le transformer en un son modifié grâce à des effets sonores.



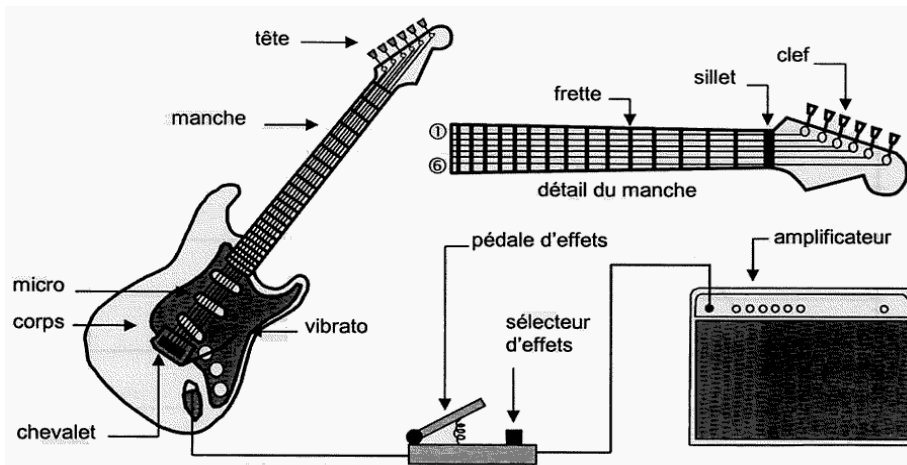
Les transformateurs reçoivent en général le son (signal sonore) lorsque celui-ci a été transformé en signal électrique (microphone) puis éventuellement numérique (convertisseur analogique-numérique) et fournissent alors un signal numérique modifié ou directement un signal analogique électrique modifié qui est transformé en signal sonore modifié (via un haut-parleur dans des écouteurs ou une enceinte par exemple). Se représenter mentalement la chaîne complète de modification.

Les modifications de base possibles sont les suivantes :

- \* Un *filtre passe-bas* est un filtre qui modifie le signal en laissant passer les basses fréquences et en atténuant les hautes fréquences, c'est-à-dire les fréquences supérieures à une fréquence caractéristique du filtre, appelée *fréquence de coupure (cutoff frequency)*.
- \* Le *filtre passe-haut* est l'inverse du *filtre passe-bas*.
- \* En combinant astucieusement un filtre passe bas suivi d'un filtre passe haut, on peut obtenir un *filtre passe-bande*.

### Document 2 : la guitare électrique.

La guitare électrique est pourvue d'un corps le plus souvent plein, autorisant les luthiers à lui conférer des formes originales. Les cordes seules ne permettraient pas d'obtenir un son avec une intensité suffisante. Alors que dans la guitare classique, le son est amplifié par une caisse de résonance, pour la guitare électrique, le son est amplifié de façon électroacoustique : la guitare produit des sons grâce à des micros captant et transformant les vibrations des cordes en signal électrique. Ce signal peut ensuite être modifié électroniquement par divers accessoires comme des pédales d'effets, puis amplifié (voir figure ci-contre).



La guitare électrique est composée de six cordes métalliques de longueur utile entre le sillet et le chevalet de 63,0 cm. L'accord traditionnel à vide est, de la note la plus grave à la plus aiguë :  $mi_1$   $la_1$   $ré_2$   $sol_2$   $si_2$   $mi_3$ , le chiffre en indice indiquant le numéro de l'octave. Une corde est dite « à vide » lorsqu'elle vibre sur toute sa longueur. Les fréquences des notes produites à vide par les cordes pincées de la guitare sont données dans le tableau suivant :

n° de corde	1	2	3	4	5	6
note	$mi_1$	$la_1$	$ré_2$	$sol_2$	$si_2$	$mi_3$
fréquence (Hz)	82,4	110,0	146,8	196,0	246,9	329,6

Une guitare basse électrique fonctionne sur le même principe avec des notes plus graves.

La diversité des effets possibles avec une guitare électrique en fait un instrument polyvalent et riche musicalement. Parmi la multitude d'effets accessibles grâce à une pédale d'effets on peut citer l'effet « wah-wah » popularisé par le célèbre guitariste Jimi Hendrix.

### Document 3 : Jimi Hendrix et les pédales d'effets

Jimi Hendrix a révolutionné l'approche de la guitare électrique, notamment par son utilisation des pédales d'effets et des ressources de l'amplification.

Il combina tout d'abord la saturation des amplificateurs à lampes (en jouant à un haut volume sonore) avec la « Fuzz Face », une pédale de saturation provoquant un fort écrêtage du son. Cela lui permettait de générer du *feedback* (dû au Larsen de ses amplificateurs) qu'il pouvait contrôler en temps réel grâce au levier de vibrato de sa guitare ou à sa technique de main droite. Il arriva ainsi à créer de nouvelles sonorités.

Roger Mayer construisit ensuite pour lui l'Octavia, une pédale de saturation jouant sur les fréquences. Elle permettait, électroniquement, de créer un son pur à l'octave inférieure de la fréquence du fondamental du son joué et de renforcer l'amplitude de l'harmonique située à l'octave supérieure du son joué. Il l'utilisa en studio d'enregistrement dès 1967.

Il utilisa également la pédale wah-wah.

**Traduction de *feedback*** : rétroaction

**Note** : une note jouée à l'octave inférieure de la première a une fréquence moitié par rapport à elle.

D'après le site : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Jimi\\_Hendrix](http://fr.wikipedia.org/wiki/Jimi_Hendrix)



Jimi Hendrix



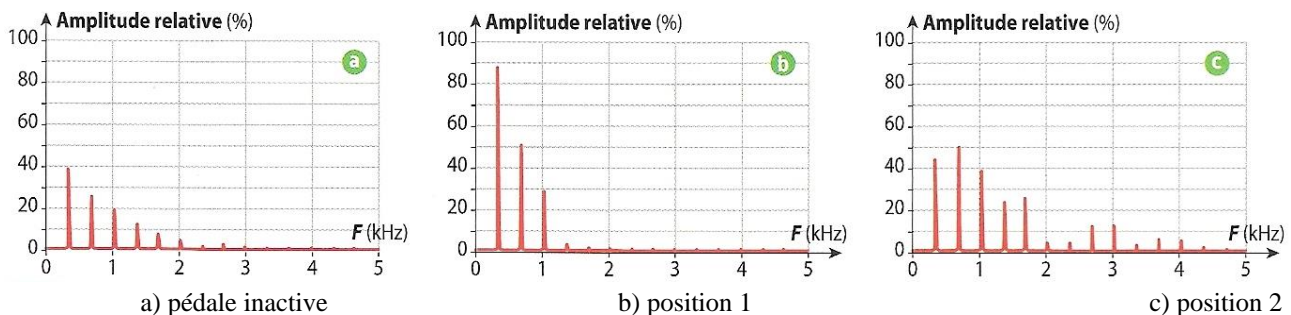
pédale d'effets

### Document 4 : Effet Wah Wah

La pédale Wah-Wah est composée d'un filtre passe-bas (parfois passe-haut) dont la fréquence de coupure, variable, est modifiée à l'aide de la pédale. Ce type de filtre accentue légèrement les fréquences situées juste avant la fréquence de coupure, dans le but de faire ressortir l'effet. Ce pic d'amplification est appelé la résonance.

La variation de la fréquence de coupure rappelle le glissement de la résonance présent dans le spectre de la voix humaine lorsque la voyelle 'o' est prononcée suivie de la voyelle 'a'. Dîtes avec plutôt une voix grave, comme si vous aviez une patate chaude dans la bouche ÔÔÔÔÔÔAÔÔÔÔÔÔÔÔÔAÔÔÔÔÔÔAÔÔÔÔÔÔAÔÔÔÔÔÔA...

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



### Document 5 : les différents documents sonores (à connaître)

L'enregistrement : il permet d'écouter directement le son.

Le signal sonore : il traduit, en fonction du temps, la valeur prise par le signal. Il peut être périodique ou pas.

Le spectre sonore : il analyse, pendant une durée donnée, par transformée de Fourier, les différentes fréquences des signaux sinusoïdaux composant le signal sonore complet et fournit ce résultat sous forme d'un graphique fournissant l'amplitude (en ordonnées) de chaque fréquence (en abscisse linéaire ou logarithmique).

Le spectrogramme : c'est le plus complet des documents 2D : le temps est en abscisse et en ordonnée se trouvent les différentes fréquences rencontrées dans le spectre mais en fonction du temps. L'amplitude de chacune de ces fréquences est fournie par un code de couleur. TOUTES les caractéristiques du son (c'est-à-dire ?) sont donc présentes dans ce document.

Attention à bien savoir l'interpréter.

## Etude expérimentale

Problématique : utiliser le logiciel Audacity afin d'observer les conséquences de différents effets sonores sur un morceau de musique, nommé 'Adagio', et présent dans le répertoire TS spé / enregistrements-sons

On pourra s'aider du spectre en fréquence (Sur Audacity : Analyse > spectre) et du spectrogramme (sur audacity : cliquer sur la petite flèche noire dirigée vers le bas dans l'encadré à gauche du signal étudié).

Ouvrir le fichier Adagio avec Audacity. Si les deux pistes stéréo apparaissent, passer en mono (petite flèche noire à gauche du signal). Ecouter les quelques secondes de musique. On entend clairement une guitare électrique jouant avec d'autres instruments en fond sonore dont des basses. Observer le spectre complet en sélectionnant tout le morceau.

Allure du spectre de tout le morceau (abscisses logarithmiques plutôt) :

Pour appliquer un effet sonore, ne pas oublier de sélectionner toute la piste du morceau de musique (clic gauche de la souris entre les deux extrémités) pour le dupliquer (édition dupliquer). Rendre alors muet le premier morceau original (encadré à gauche du signal), sélectionner alors toute la piste du morceau dupliqué et lui appliquer un effet (effet dans barre des menus).

### 1) Filtre passe-bas (Low Pass filter) et filtre passe-haut (High Pass filter)

- Choisir le filtre passe bas comme effet dans un premier temps.
- Etudier d'abord le paramètre « fréquence de coupure » : choisir 1200 Hz en laissant l'autre paramètre par exemple à 36 dB (en fait -36 dB). Appliquer cet effet, écouter, regarder le signal sonore agrandi puis le spectre de tout le morceau et comparer avec l'original. Recommencer (avec une nouvelle duplication du signal de départ...) avec une fréquence de coupure de 600 Hz. Compléter le tableau suivant :

Filtre passe bas, Paramètre fixe (avec valeur fixe) :			
Paramètre variable : fréquence de coupure	Effet audible	Allure signal sonore sur une durée de qqes ms (schématisation)	Allure spectre (schématisation)
1200 Hz			
600 Hz			

En déduire la signification du paramètre « fréquence de coupure » :

- Continuer avec l'autre paramètre atténuation : -12 dB et -36 dB et reproduire rapidement un tableau comme le précédent et une signification de ce paramètre avec simplement l'allure du spectre (donc deux colonnes dans le tableau et non 4).
- Continuer avec le spectre passe-haut et faire les mêmes études.
- Proposer et réaliser un protocole pour ne sélectionner qu'une petite bande de fréquence du son original, comprise entre 600 et 1200 Hz (filtre passe-bande).

### 2) Filtre réjecteur de bande (Notch).

- A l'aide d'expérimentations, indiquer quel est l'effet de ce filtre. Justifier son nom. Présenter les résultats de la même façon. On fera varier le paramètre Q (appelé facteur de qualité) entre 0,1 et 1,2 par exemple. Trouver le rôle des paramètres.

### 3) Effet Wah-Wah.

- Prendre une fréquence de 0,5 Hz pour cet effet. Décrire l'impression produite par cet effet sur le morceau. Est-ce cohérent avec les informations du document 4 ? Visualiser notamment en parallèle le spectrogramme du morceau original puis le spectrogramme du morceau avec l'effet « wah-wah ».