

Projet de Physique P6-3
STPI P6-3 2011/2012 – 50

ETUDE DU FONCTIONNEMENT D'UNE PEDALE D'EFFET POUR GUITARE ELECTRIQUE (WAH-WAH OU DISTORSION)



Etudiants :

Mathieu BOURGAIS

Marjolaine BRUN

Alexandre CARREAU

Aurélien DECAUX

Houda OUZZANI

Loïc VOLLARD

Enseignant-responsable du projet :

Clément KELLER

Date de remise du rapport : 18/06/12

Référence du projet : STPI/P6-3/2011 – 50

Intitulé du projet : étude d'une pédale d'effet pour guitare électrique. (wah-wah ou distorsion)

Type de projet : Bibliographie, expérimentation.

Objectifs du projet :

L'objectif de notre projet était de monter un circuit électrique nous permettant d'étudier le signal d'une pédale et de le comparer à une pédale réelle.

Étage par étage, le but du projet était de nous faire découvrir chacun de leur impact sur le signal de sortie.

Mots-clefs du projet :

Montages électriques, études théoriques, expérimentations, recherches.

Si existant, n° cahier de laboratoire associé : non existant.

Table des matières

I.Introduction.....	6
II.Méthodologie / Organisation du travail.....	8
III.Travail réalisé et résultats.....	9
1.La pédale wah-wah.....	9
a.Théorique.....	9
b.Expérimental	9
2.La pédale de distorsion.....	9
a.Théorique.....	9
b.Expérimental	9
IV.Conclusions et perspectives.....	11
V.Bibliographie.....	12
VI.Annexes.....	13

I. Introduction

- Historique des pédales.

- *La pédale de distorsion*

La distorsion, ou *overdrive*, est un des effets les plus utilisés sur la guitare électrique. Elle permet d'augmenter le sustain de l'instrument, c'est-à-dire sa capacité à tenir les notes, ainsi que d'obtenir un son plus agressif et plus chaud que son timbre naturel. La distorsion se traduit par une amplification importante des harmoniques ainsi que par un écrêtage du signal d'entrée. L'amplitude du signal est augmentée sans qu'il ne puisse dépasser une valeur limite, il en résulte un effet de saturation.

Elle peut-être produite par plusieurs dispositifs : l'amplificateur ou les pédales d'effets consacrées qui se branchent entre l'instrument et l'amplificateur. Pour chacun de ces appareils, la distorsion est amenée par l'amplification du signal jusqu'à la saturation (Étymologiquement : *overdrive* « conduire au-delà » de la limite de l'amplificateur). Cependant, ils peuvent être basés sur des technologies bien différentes : l'amplification à lampes (*tube amplification*), analogique (basée sur les transistors) ou désormais numérique (pédales ou logiciels).

Les premières utilisations de la distorsion en musique restent assez floues, mais elle fait son apparition dès les années 1950 avec l'essor des guitares électriques à corps plein. Le folklore musical recèle de nombreuses légendes à ce sujet, attribuant à divers musiciens la découverte de l'effet par accident après un incident technique ou une maltraitance de l'amplificateur. Un des premiers enregistrements contenant un effet de distorsion volontaire serait *The Train Kept A Rollin* par le guitariste Johnny Burnette en 1956. C'est de nos jours dans les musiques rock et métal que l'utilisation de la guitare distordue est la plus répandue.

Plusieurs pédales de distorsion sont restées célèbres et auront marquées l'histoire de la musique, étant fortement associées à l'identité sonores de certains artistes : la **Boss DS1**, la **Electro-Harmonix Big Muff π**, la **ProCo Rat** ou encore la **Ibanez Tube Screamer**, composante essentielle du son de David Gilmour ou encore de Stevie Ray Vaughan, que nous avons eu l'occasion d'étudier ici.



- *La pédale wah-wah.*

L'effet Wah-Wah (baptisé ainsi d'après l'onomatopée imitant le son produit) provient tout d'abord d'un type de sourdine utilisée pour les cuivres permettant d'assourdir plus ou moins le timbre au cours du jeu, créant ces modulations de timbre évoquant les inflexions d'une voix humaine.

La pédale wah-wah Vox, présentée en 1967 s'est rapidement faite un nom dans les livres d'Histoire du rock. En effet, dès le début des années 60, de nombreux électroniciens produisent des prototypes plus ou moins aboutis. A la même époque, les chercheurs britanniques de la "Jennings Musical Industries" conçoivent quelques exemplaires peu fiables, jamais commercialisés. Et en 1966, Brad Plunkett qui travaille sur le développement des amplis Vox (plus précisément sur le booster de medium qui les équipent) trouve un potentiomètre qui lui permet de piloter quelques circuits modifiés et réalise ainsi la première wah-wah digne de ce nom. Au départ, il pense contrôler l'effet avec la tige de vibrato d'une guitare mais la mise au point s'avère difficile et c'est après avoir installé l'électronique dans le boîtier d'une pédale de volume que la wah-wah prend forme. Vox, connu pour ses amplis guitare, s'occupe de la fabrication tandis que la société "Thomas Organ" se charge de la distribution aux Etats Unis. Le succès fut tel que les plus grandes marques s'intéressèrent au phénomène wah-wah.

L'idée de base était d'essayer de recréer le bruit amorti qu'une trompette fait et a été spécifiquement façonnée après des stylings de trompette de Clyde McCoy. Beaucoup de variations de la wah-wah Vox ont été produites au cours des années comprenant un modèle signature "Clyde McCoy" qui peut maintenant atteindre les 400 dollars. Jimi Hendrix était parmi les nombreux musiciens célèbres liés à ce modèle Vox sans oublier la King Wah qui fut le premier modèle de série avant la V846. Le modèle officiel est la V846 fabriquée en Italie, la V847 est la réédition de 1996 fabriquée aux Etats Unis.

Au cours des années, la pédale wah-wah est devenue la plus populaire de tous les effets pour guitare. Des morceaux emblématiques utilisant la pédale Wah-Wah sont par exemple *Voodoo Child* de Jimi Hendrix, *Bulls On Parade* de Rage Against The Machine ou encore *Money For Nothing* de Dire Straits. Nous avons étudié une Dunlop CryBaby, la plus célèbre des pédales sur le marché.

- Objectifs du projet

L'objectif que nous nous étions fixés était le suivant: comparer les signaux des deux pédales respectives avec l'équivalent de circuits électriques que nous avons construit au cours de nos séances.

Le professeur nous a accompagnés tout au long de notre projet pour nous aider à régler les problèmes que nous avons rencontrés.

II. Méthodologie / Organisation du travail

Pour être le plus efficace possible, nous avons séparé notre groupe en 2 groupes de 3 personnes. Les trois premières personnes travaillaient sur la pédale d'effet Wah-wah ou « cry baby » pendant que les trois autres travaillaient sur la pédale de distorsion.

1- la pédale de distorsion.

Au début de notre projet, nous avons voulu étudier la pédale de distorsion tube screamer TS 9 que nous avions à disposition. Nous avons ouvert le boîtier de la pédale pour accéder au circuit afin de lister les différents composants présents dans la pédale du commerce et de les comparer avec les différents schémas électronique disponibles sur internet. Cependant, après quelques manipulations la pédale ne fonctionnait plus et nous avons commencé à effectuer le montage du circuit électrique d'une pédale Ibanez TS808, en de nombreux points similaire à la TS9. Seules quelques valeurs de résistances changeaient.

Nous avons séparé clairement l'étude théorique et l'étude expérimentale de la pédale. Comme cela, nous avons pu comparer nos résultats et ainsi vérifier nos calculs.

2- la pédale wah-wah.

Au, début du projet, comme pour la pédale de distorsion, nous avons ouvert la pédale Wah-Wah afin de découvrir le circuit qui s'y cachait et de commencer nos études théoriques. Une fois cela réalisé, deux d'entre nous trois ont réalisé différents tests, différentes mesures sur la pédale avec, entre autres, les études de gain ou encore, les effets de la variation de la résistance. Tandis que la troisième personne s'occupait de reproduire le circuit et de comprendre la fonction de chaque partie du circuit (amplification, filtre).

Nous avons finalement fait les choses dans l'ordre avec en premier lieu une étude théorique qui nous a permis de comprendre les résultats observés expérimentalement.

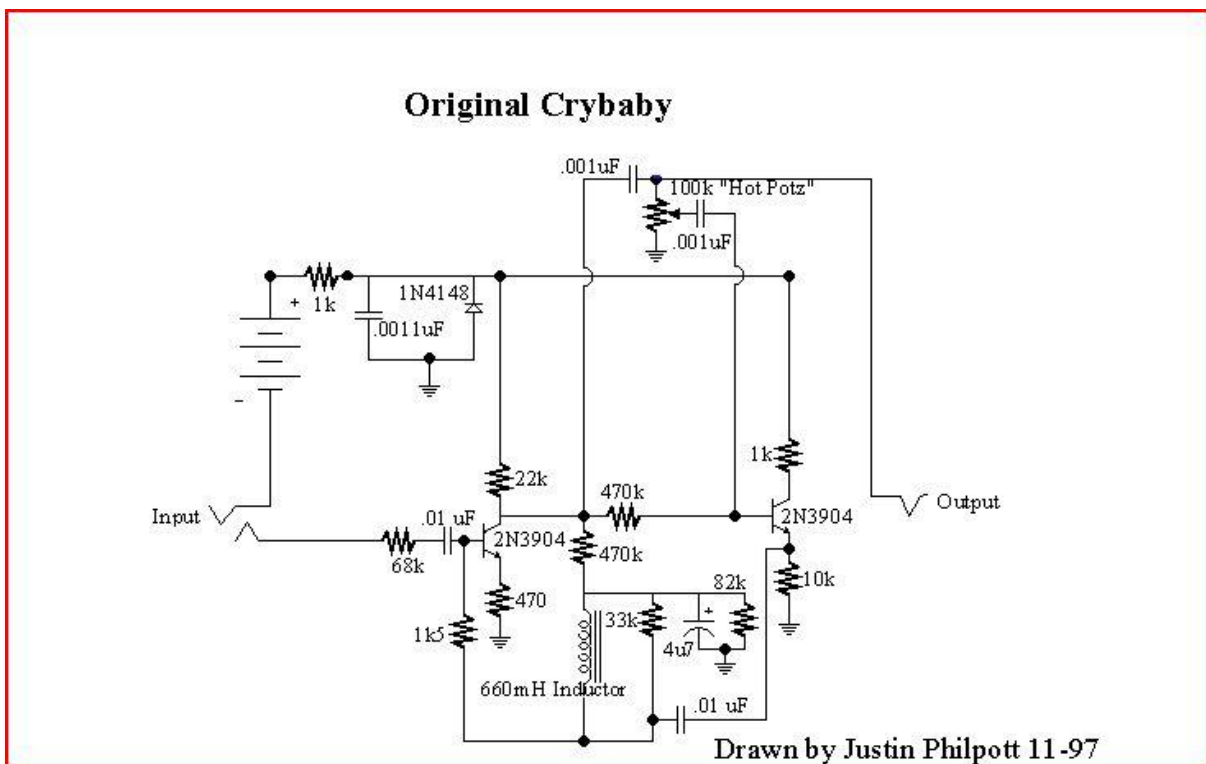
III. Travail réalisé et résultats

1. La pédale wah-wah

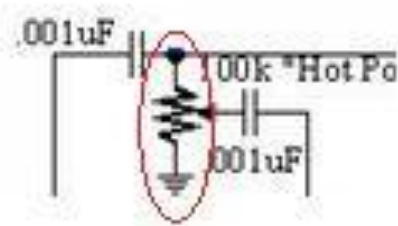
a. Théorique

Avant de se lancer dans différentes manipulations, nous nous sommes penché sur l'aspect théorique de la pédale, c'est-à-dire, à quoi sert une pédale wah-wah, de quoi est composé le circuit électrique de la pédale, joue-t-elle le rôle d'un filtre ?

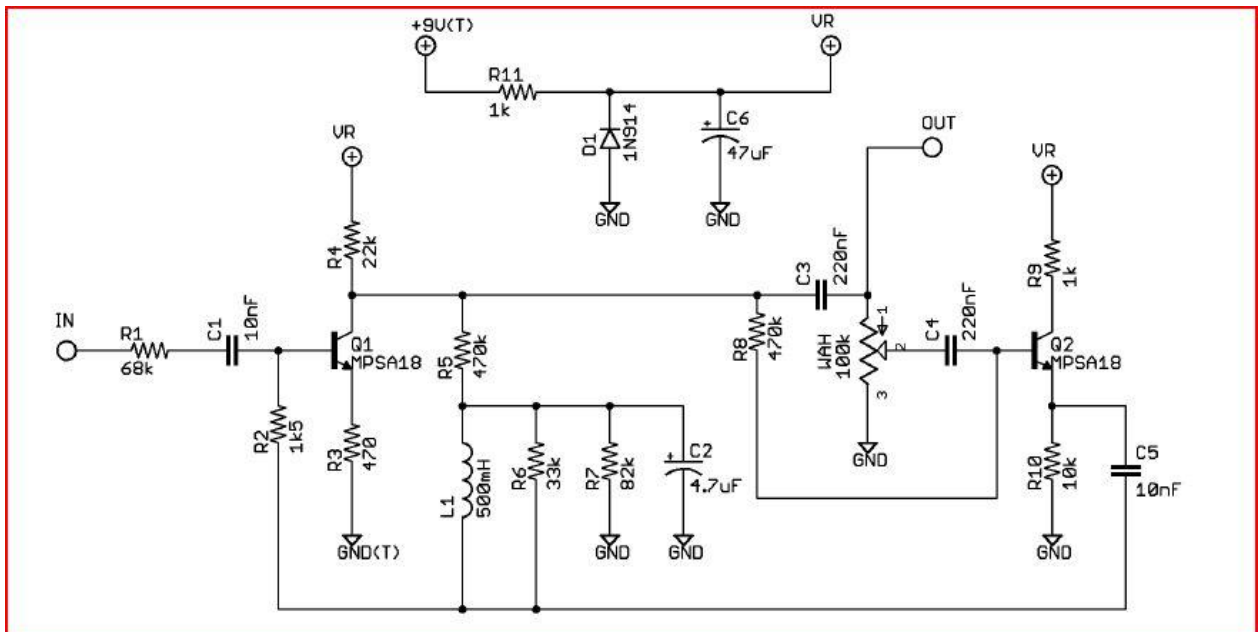
Après quelques recherches, nous avons trouvé des circuits électriques correspondant à notre pédale wah-wah « crybaby » que l'on peut voir ci-dessous.



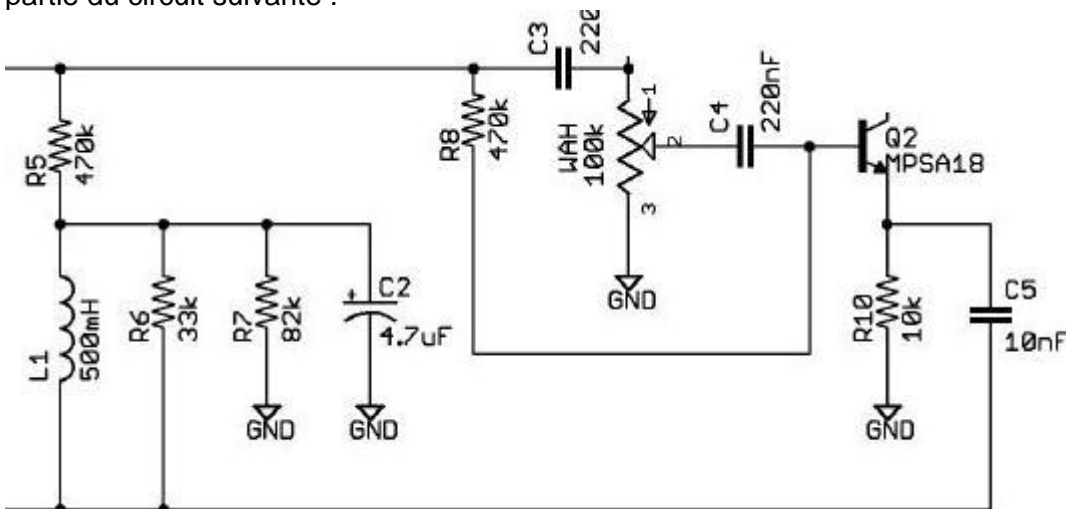
De là, nous avons ouvert la pédale et commencé à repérer chacun de tous les composants présents dans la pédale. Une fois cela réalisé, nous avons pu concevoir notre circuit dont le but sera explicité dans la partie expérimentale ci-dessous. Cette observation nous a également permis de comprendre que l'effet de la pédale venait d'une variation d'un potentiomètre situé (dans notre cas) au niveau du bout du pied dans la pédale. Au niveau du circuit, ce potentiomètre se situe en haut.



Au niveau de la fonction du circuit, nos recherches nous ont amené à penser qu'il s'agit d'un passe-bas/passe-bande et de là, nous avons tenté de déterminer la partie filtre du circuit. Pour ce faire, nous avons pris le circuit équivalent ci-dessous :



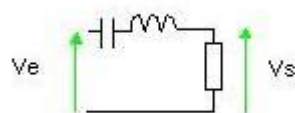
Il faut savoir que dans le cas le plus simple, un passe-bande est réalisé à partir d'un circuit RLC série, c'est-à-dire, une résistance, une bobine et un condensateur en série. Grâce à cela et au circuit ci-dessus, nous avons pu déterminer une partie du circuit susceptible de correspondre au passe-bande, nous nous sommes donc concentrés sur la partie du circuit suivante :



Après de nombreuses simplifications grâce au théorème de Millman et aux calculs sur les impédances et inductances, nous n'avons malheureusement obtenu aucun résultat hormis $V_s = V_s$...rien de concluant donc.

Nous avons supposé que, peut-être, nous avons mal utilisé certaines lois électriques ou que le transistor ne peut se simplifier par un fil pour notre boucle ci-dessus. Une chose est sûre, ce circuit est bien plus compliqué qu'un simple RLC, mais ayant la même fonction filtre, nous avons opté pour l'étude du RLC afin de comprendre les effets du passe-bande.

Etude de la fonction de Transfert du circuit suivant :



La notation X signifie X en complexe.

Fonction de transfert du circuit RLC :

$$H = \frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + \frac{jL\omega}{r} + \frac{1}{jrC\omega}} = \frac{1}{1 + j\left(\frac{L\omega}{r} - \frac{1}{rC\omega}\right)}$$

$$|H| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{L\omega}{r} - \frac{1}{rC\omega}\right)^2}}$$

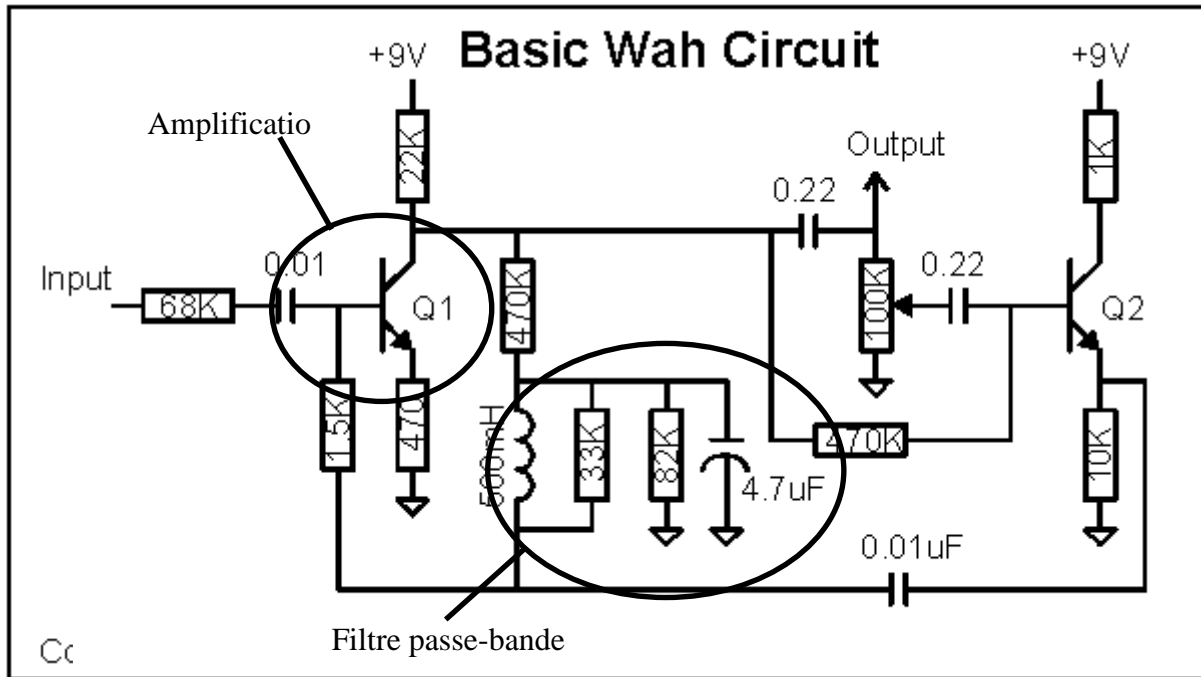
$$|H| \text{ est maximum lorsque } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Cette étude nous laisse néanmoins sceptique à l'idée de simplifier le circuit par un circuit RLC car ici, le gain maximum est indépendant de la résistance alors que, en pratique, nous avons observé une modification du gain maximum selon les valeurs de la résistance.

b. Expérimental

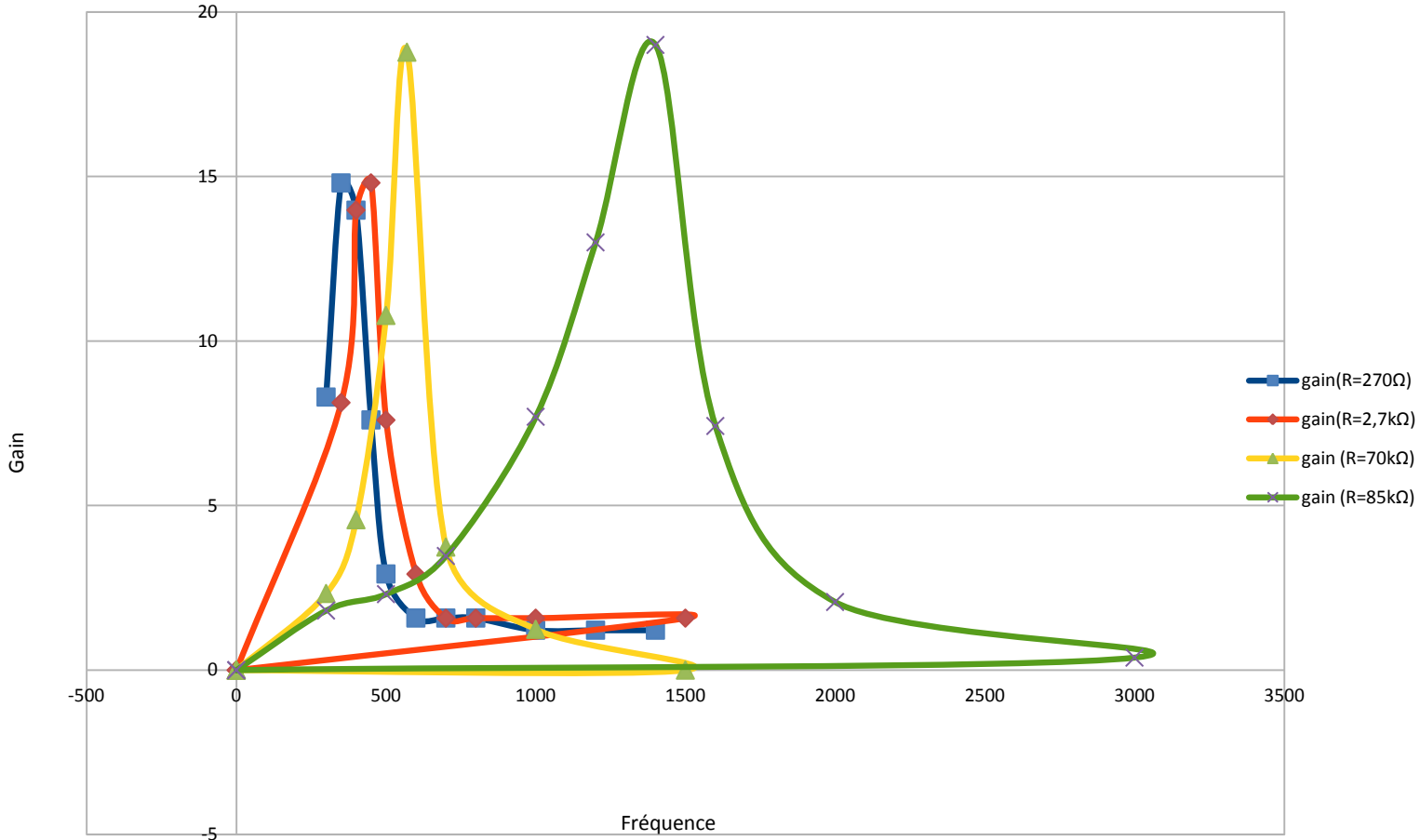
Pour comprendre le fonctionnement de la pédale rapidement, nous avons décidé de lui envoyer un signal proche de celui d'une guitare et d'observer le résultat sur un oscilloscope. Nous avons donc réglé le générateur basse fréquence sur 200 mV (tension maximale de sortie d'une guitare à double micro) et 440 Hz, note de référence en musique. En faisant varier les positions de la pédale, nous avons observé un gain d'amplitude du signal. En essayant avec différentes fréquences, il est apparu évident que la pédale se comportait comme un filtre passe-bande dont les fréquences de coupures sont variables avec une amplification. En effet, plus la fréquence devient élevée, plus il faut appuyer sur la pédale pour obtenir l'amplification.

Une fois le fonctionnement global compris, nous avons cherché à affiner notre recherche en montant nous même un circuit de pédale wah-wah. Une fois les pièces commandées et le schéma trouvé, nous avons construit le circuit une première fois en entier. Malheureusement, celui-ci ne fonctionnait pas. Après plusieurs séances à chercher d'où venait le problème sans résultat, nous avons décidé de reprendre le circuit dès le départ. Il nous est alors apparu que le circuit se décomposait bien de deux façon, une première jouant le rôle de l'amplificateur et une seconde jouant le rôle de filtre passe-bande. On peut ainsi voir sur le schéma suivant que la partie de gauche représente l'amplification et que la partie du centre représente le filtre passe-bande.



Une fois le fonctionnement compris en détail, nous avons étudié plus précisément quelle était l'amplification de la pédale et quelles étaient les fréquences de coupures. Nous avons donc de nouveau pris des mesures sur la pédale mise à notre disposition pour différentes valeurs de résistance de la pédale. Nous avons donc fixé 4 valeurs de résistance pour la pédale : 270Ω , $2,7\text{ k}\Omega$, $70\text{ k}\Omega$ et $85\text{ k}\Omega$. Pour chaque résistance, chaque position de pédale en fait, nous avons fait varier la fréquence du signal envoyée par le générateur basse fréquence entre 250 Hz et 3000 Hz et nous avons observé pour une fréquence donnée et une résistance donnée quelle était l'amplification du signal de départ (200mV) et quel était le déphasage entre le signal de sortie et le signal d'entrée afin de tracer des diagrammes de Bode. Les diagrammes de déphasage n'étant pas significatifs, nous n'avons gardé que les diagrammes de gain avec leurs tableaux de valeurs. Pour une meilleure compréhension de l'effet de la pédale, nous avons mis les 4 diagrammes de Bode ensemble.

Diagrammes de Bode pour les différentes valeurs de résistance



On voit que l'abaissement de la pédale n'a pas d'influence sur l'amplification maximale du signal mais bien entendu que les fréquences de coupures du signal se déplacent en fonction que la valeur de résistance devient plus grande c'est à dire lorsque la pédale s'abaisse. Concrètement, pour une résistance de 270 Ohms (pédale complètement relevée), les fréquences de coupures sont de 262 Hz et 425 Hz, pour une résistance de 2,7 kilos Ohms, les fréquences de coupures sont de 373 Hz et 438 Hz, pour une résistance de 70 kilos Ohms, les fréquences de coupure sont de 462 Hz et de 600 Hz et enfin, pour une résistance de 85 kilos Ohms (pédale complètement baissée), les fréquences de coupures sont de 1,25 kHz et de 1,5 kHz.

Enfin, lors de la dernière séance, nous avons ramené une guitare pour avoir un signal sonore à tester et ainsi vérifier que la pédale wah-wah ne se contente que d'amplifier ou d'atténuer une note et non de la changer. Pour ce faire, nous avons capturé sur synchronie quelques notes sans utilisation de la pédale puis ces mêmes notes en utilisant la pédale et en la bloquant dans sa position « amplification ». En réalisant une analyse de Fourier des deux signaux, on remarque parfaitement que le signal n'a pas été modifié si ce n'est en amplitude. Par exemple, pour la corde de mi aigüe à vide, c'est à dire une note de mi, sans la pédale wah-wah, les coefficients de Fourier dont le module est significatif se trouvent à 1 kHz, 1,3 kHz, 1,6 kHz et 1,7kHz. Pour tous ces coefficients, le module est compris entre 0,01 et 0,02. Lorsque la pédale wah-wah est enclenchée, on retrouve les mêmes fréquences de 1 kHz, 1,3 kHz, 1,6 kHz et 1,7 kHz mais cette fois-ci avec un module

supérieur à 0,02. On comprend donc que la note n'a pas changé puisque les fréquences sont les mêmes mais qu'elle a été amplifiée puisque les modules ont doublé.

2. La pédale de distorsion

a. Théorique

Le schéma de la Ibanez TS9, que nous avons trouvé sur le site Geofex.com et consultable en annexe, peut être divisé en 5 étages :

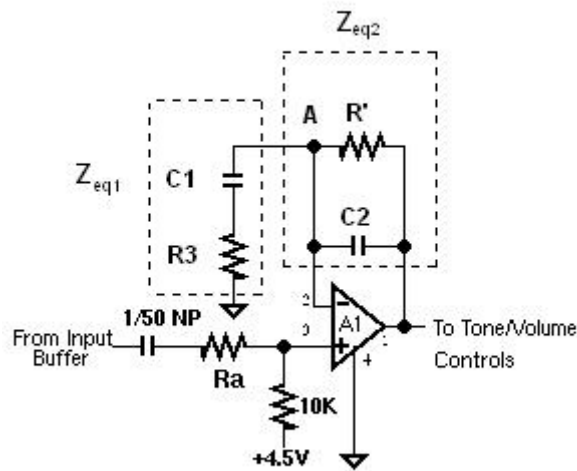
- Etage d'entrée (input buffer) : il s'agit d'un montage à transistor bipolaire de type « émetteur suiveur » (ou « collecteur commun »). Cet étage est relié à l'alimentation. Le gain en tension de cet étage est de 1 (c'est à dire pas de gain en tension), il sert en revanche à apporter un gain en intensité ainsi qu'une haute impédance au signal qui transitera dans les étages suivants.
- Etage de gain, constitué d'un amplificateur opérationnel à gain variable ainsi que d'autres éléments permettant de modifier les fréquences de coupure ainsi que le taux de saturation : diode et potentiomètre « Drive ». Cet étage permet de saturer et d'écarter le signal entrant, amenant l'effet de distorsion.
- Contrôles de tonalité et de volume. Cet étage sert à moduler et personnaliser le son de la distorsion grâce aux deux potentiomètres « Tone » et « Volume ». Il fonctionne comme un filtre passe-bas RC.
- Opérations de bypass, qui permet grâce au bouton poussoir soit d'activer l'effet de distorsion soit de laisser passer le signal naturel de la guitare.
- Etage de sortie.

Le cœur de la pédale de distorsion étant l'étage de gain, nous avons choisi de nous y intéresser particulièrement, et d'essayer d'obtenir l'allure du diagramme de Bode.

Etude théorique de l'étage de gain

Afin de rendre possible l'étude théorique de l'étage de gain, on choisit de négliger les diodes. Les diodes agissent comme des résistances variables dont la valeur est déterminée par la tension d'entrée. L'amplificateur opérationnel est ici branché en mode non inverseur. Il fonctionne en régime linéaire : on a ainsi $V_+ = V_-$. On choisit également de considérer que la tension d'entrée du filtre correspond à la tension à l'entrée de l'amplificateur opérationnel. On a dès lors $V_e = V_+ V_a$

On obtient dès lors le schéma simplifié suivant :



On a :

$$R' = R_1 + R_2$$

$$Z_{eq1} = R_3 + \frac{1}{j \cdot C_3 \cdot \omega}$$

$$Y_{eq2} = \frac{1}{R_1 + R_2} + j \cdot C_2 \cdot \omega$$

$$Z_{eq2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1 + R_2} + j \cdot C_2 \cdot \omega\right)}$$

Appliquons la loi des nœuds en A

$$\frac{V_a}{Z_{eq1}} = \frac{V_s - V_a}{Z_{eq2}}$$

$$\frac{V_a}{Z_{eq1}} + \frac{V_a}{Z_{eq2}} = \frac{V_s}{Z_{eq2}}$$

$$V_a \cdot Z_{eq2} \cdot \left(\frac{Z_{eq1} + Z_{eq2}}{Z_{eq1} \cdot Z_{eq2}}\right) = V_s$$

$$V_a \cdot \left(\frac{Z_{eq1} + Z_{eq2}}{Z_{eq1}}\right) = V_s$$

Finalement :

$$\frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{Z_{eq2}}{Z_{eq1}}$$

Calculons désormais le module de H

$$Z_{eq1} = R_3 + \frac{1}{jC_3\omega} = \frac{R_3jC_3\omega + 1}{jC_3\omega}$$

$$Z_{eq2} = \frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2} + jC_2\omega} = \frac{R_1 + R_2}{(R_1 + R_2)jC_2\omega + 1}$$

$$\frac{Z_{eq1}}{Z_{eq2}} = \frac{R_1 + R_2}{(R_1 + R_2)jC_2\omega + 1} \cdot \frac{jC_3\omega}{R_3jC_3\omega + 1}$$

$$\frac{Z_{eq1}}{Z_{eq2}} = \frac{(R_1 + R_2)jC_3\omega}{-R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2 + (R_1 + R_2)jC_2\omega + R_3jC_3\omega + 1}$$

$$\frac{Z_{eq1}}{Z_{eq2}} = \frac{j(R_1 + R_2)C_3\omega}{(1 - R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2) + j(R_3C_3\omega + (R_1 + R_2)C_2\omega)}$$

On a finalement :

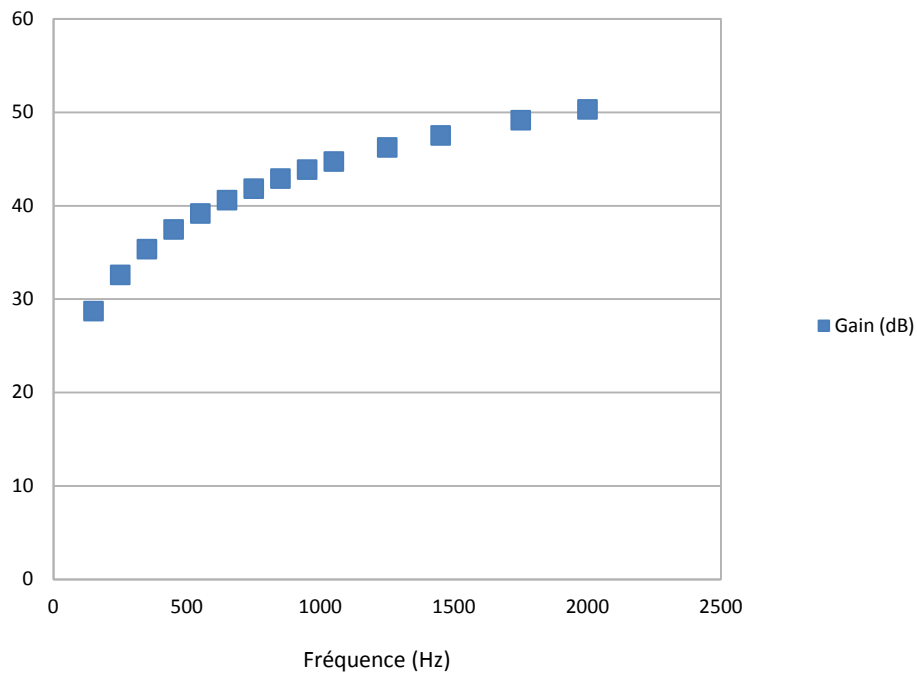
$$\left| \frac{V_s}{V_e} \right| = \left| \frac{(1 - R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2) + j((R_1 + R_2)C_3\omega + R_3C_3\omega + (R_1 + R_2)C_2\omega)}{(1 - R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2) + j(R_3C_3\omega + (R_1 + R_2)C_2\omega)} \right|$$

$$\left| \frac{V_s}{V_e} \right| = \sqrt{\frac{(1 - R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2)^2 + ((R_1 + R_2)C_3\omega + R_3C_3\omega + (R_1 + R_2)C_2\omega)^2}{(1 - R_3(R_1 + R_2)C_2C_3\omega^2)^2 + (R_3C_3\omega + (R_1 + R_2)C_2\omega)^2}}$$

En reportant cette formule sur Excel et en l'appliquant sur une plage de fréquence allant de 150 à 2000 Hz, on obtient la courbe de gain suivante. D'après l'allure de ce graphique on en déduit que l'étage de gain fonctionne comme un filtre passe haut. Ces résultats sont cependant à nuancer en raison des simplifications effectuées pour rendre les calculs possibles : en effet, les diodes modifient les valeurs de résistances équivalentes en fonction de la tension d'entrée du filtre.

Fréquences (Hz)	w (rad/s)	$ H $	Gain (dB)
150	942,48	27,22	28,7
250	1570,8	42,52	32,57
350	2199,11	58,39	35,33
450	2827,43	74,46	37,44
550	3455,75	90,62	39,14
650	4084,07	106,84	40,57
750	4712,39	123,08	41,8
850	5340,71	139,35	42,88
950	5969,03	155,64	43,84
1050	6597,34	171,93	44,71
1250	7853,98	204,53	46,22
1450	9110,62	237,16	47,5
1750	10995,57	286,11	49,13
2000	12566,37	326,92	50,29

Courbe de gain de l'étage de saturation



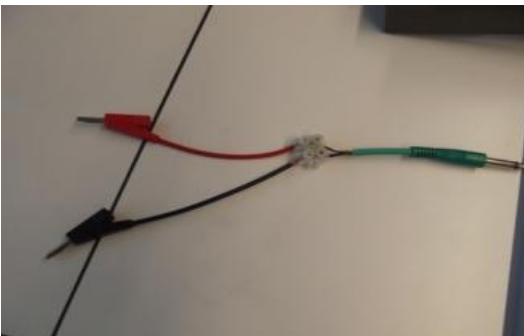
b. Expérimental

Pour l'étude expérimentale de la pédale de distorsion, nous avons choisi dès les premières séances de « monter » nous même une pédale de distorsion afin d'en étudier le système.

Nous avons rapidement trouvé des plans et des listes de composants. Ceux-ci nous ont permis de monter au bout de quelques séances le premier des cinq étages clairement identifiés.

Après quelques difficultés nous avons réussi à obtenir un signal satisfaisant en sortie de ce premier étage. L'étude de ce signal nous a permis de confirmer que cet étage fournis un gain de 1.

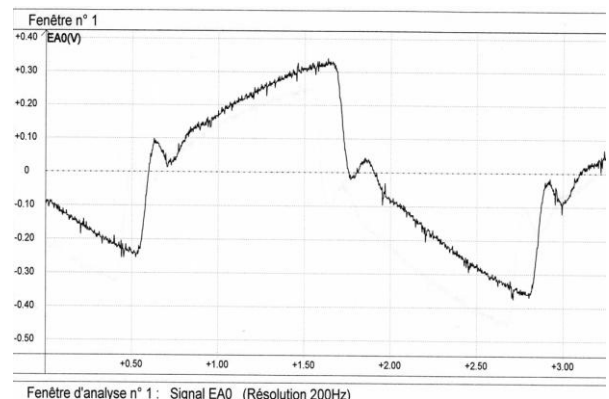
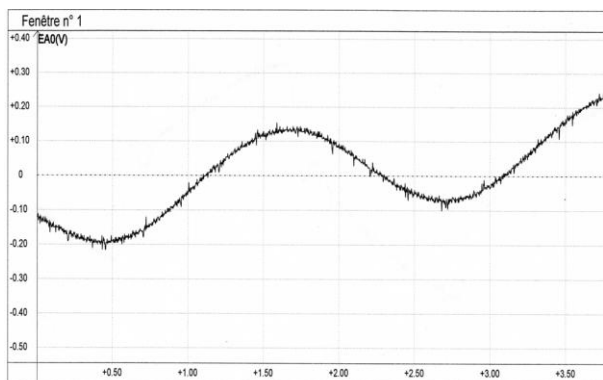
Nous nous sommes ensuite occupés du deuxième étage. Celui-ci fût beaucoup plus compliqué à réaliser. Durant plusieurs séances, nous avons essayé d'analyser le signal de sortie. Cela n'a malheureusement pas été concluant. Ce deuxième étage, censé être un étage d'écrêtage du signal, n'a jamais fonctionné correctement. Nous avons essayé de modifier un certains nombres de paramètres (changement de l'amplificateur opérationnel, étude avec et sans diodes...) sans pour autant trouver l'origine du dysfonctionnement de cet étage. Les séances avançant, nous avons décidé d'abandonner l'étude du deuxième étage et de passer outre la construction des étages suivants afin de mieux se concentrer sur l'étude de la pédale en elle-même.



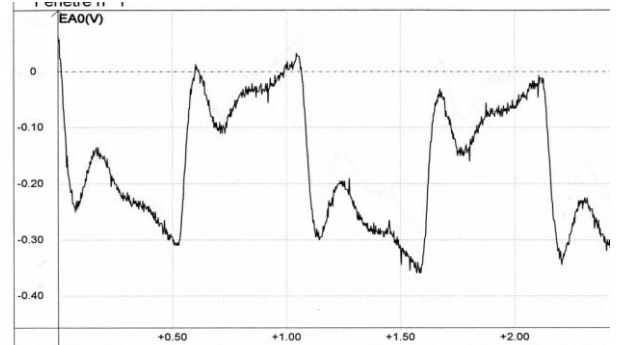
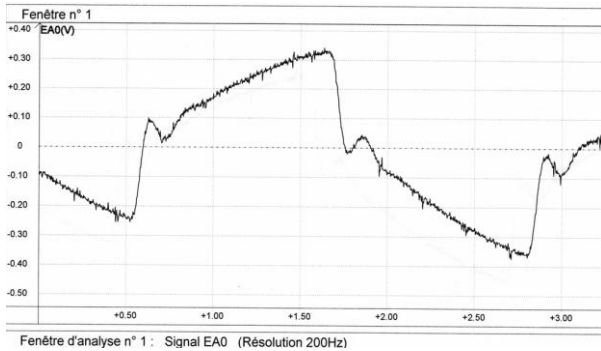
Pour l'étude de la pédale nous avons fabriqué un câble hybride afin de relier la pédale au générateur et à l'oscilloscope.

Grâce à l'oscilloscope et à l'outil informatique Synchronie, nous avons rapidement constaté les choses suivantes :

- pour une même fréquence et une même amplitude, le fait d'augmenter le drive déforme le signal. Ci dessous, le signal en sortie de la pédale pour une fréquence de 440Hz, une amplitude de 100mV et deux drive différents (respectivement 2 et 5).



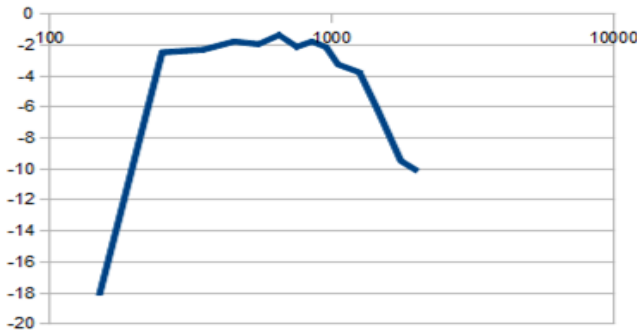
– pour une même amplitude et un même drive, le signal de sortie se déforme plus pour une fréquence plus grande. Ci dessous, le signal en sortie de la pédale pour une amplitude de 100mV, un drive de 5 et deux fréquences différentes (respectivement 440Hz et 940Hz).



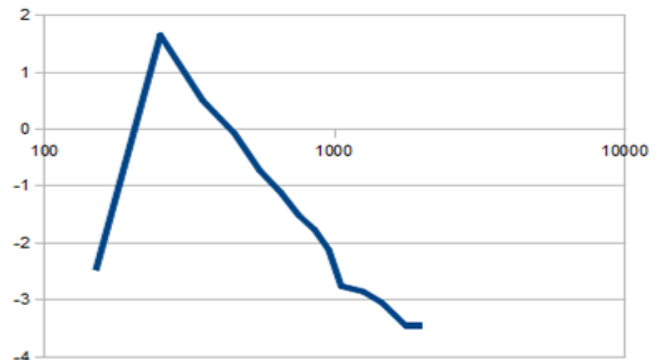
Nous avons ensuite relevé la valeur crête à crête du signal de sortie de la pédale pour 3 drives (3, 6 et 9) et pour 14 fréquences différentes (de 150Hz à 2000Hz, cette gamme couvre largement les fréquences des notes produites par une guitare). Nous avons ainsi pu tracer les courbes de gain pour les trois drive étudiés.

Ci-dessous les trois courbes obtenues.

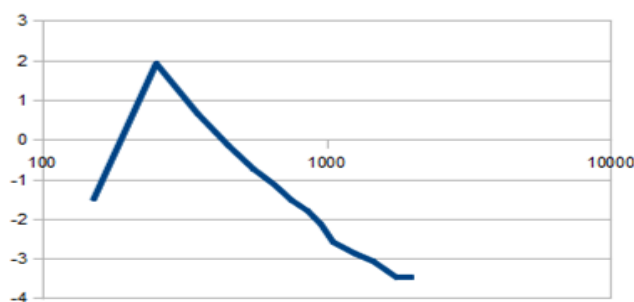
Courbe de gain pour un drive de 3



Courbe de gain pour un drive de 6



Courbe de gain pour un drive de 9

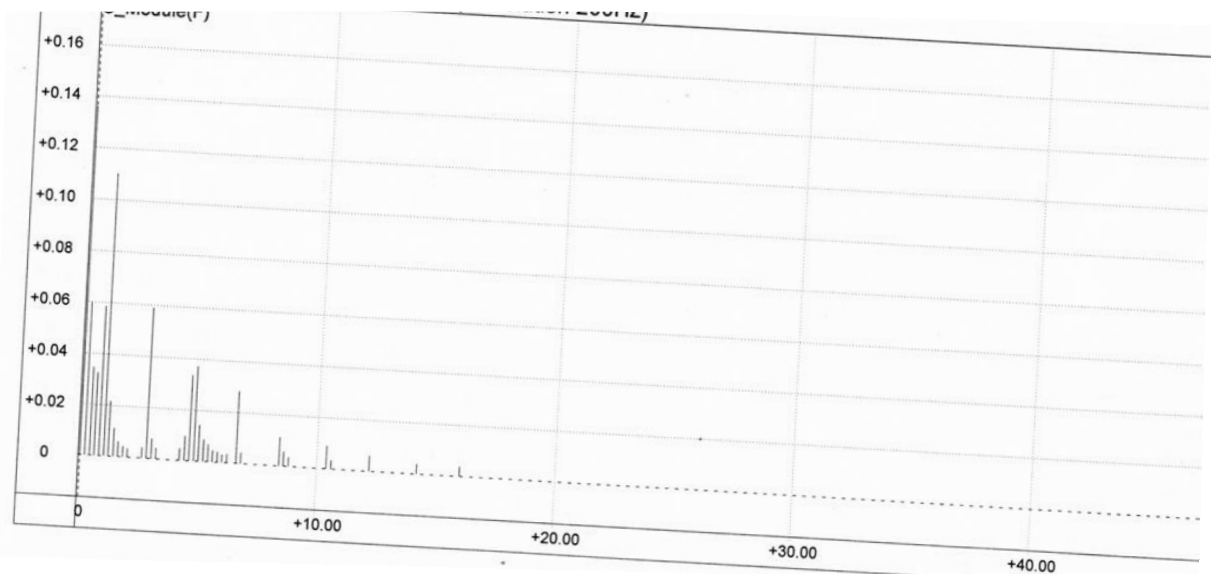
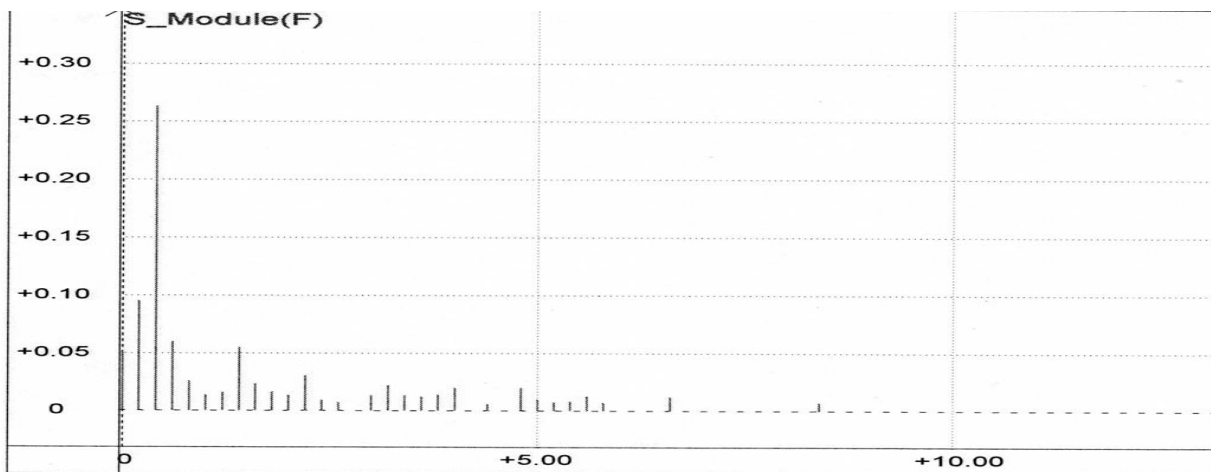


Plus le gain est grand pour une fréquence donnée, plus les signaux de cette fréquence sont amplifiés. Au contraire, plus le gain est faible, plus le signal est atténué, voire inhibé. On voit ainsi que pour un drive de 3, le gain reste négatif, il est donc atténué pour toutes les

fréquences que la guitare envoie dans la pédale. Les notes pouvant être jouées par une guitare sont comprises entre environ 80Hz et 700Hz. On constate ainsi que les drive 3 et 9 amplifient une bonne partie de cette gamme de fréquence. Les notes trop aiguës et trop graves ne sont pas concernées et sont même atténuées.

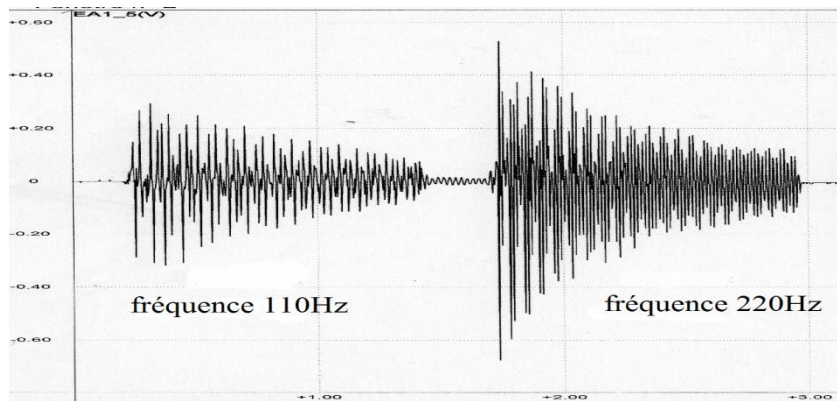
Nous avons également tracé, grâce à synchronie, les analyses de Fourier du signal de sortie de la pédale pour plusieurs fréquences et plusieurs drives différents. Nous avons ainsi remarqué que sur chaque analyse de Fourier, on retrouve la fréquence d'entrée grâce à la plus grande barre. En enlevant les barres dues au bruit, on remarque que plus le drive est grand plus il y a de composantes à l'analyse de Fourier. Cela s'explique par la combinaison de deux phénomènes. Le premier est l'augmentation du nombre d'harmoniques pour des notes plus aiguës. Le deuxième phénomène est dû à l'analyse de Fourier en elle même. Sur cette dernière, chaque barre traduit un signal sinusoïdal. Quand le drive est élevé, le signal est très déformé. L'analyse de Fourier produit ainsi un très grand nombre de signaux sinusoïdaux dans le but de reproduire le signal déformé. On trouve donc un très grand nombre de barres dans les analyses des hautes fréquences étant déformées par un drive élevé.

Ci-dessous deux analyses de Fournier.

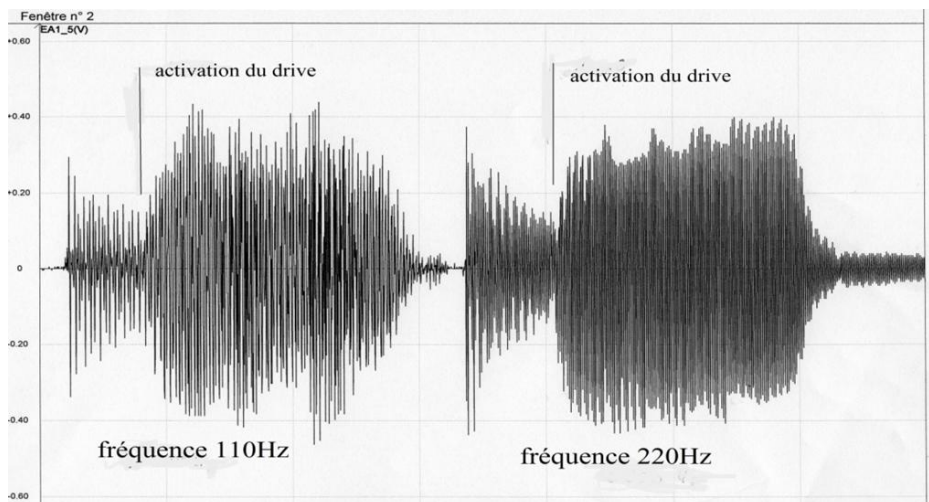


Jusque là, nous avons travaillé avec un générateur, le signal d'entrée était donc « parfait ». Pour la dernière séance, nous avons décidé de ramener une guitare et de la brancher à synchronie afin d'observer les effets directs de la pédale sur le signal fournie par la guitare.

Ci dessous, le signal de sortie de la guitare sans effet pour deux fréquences différentes.



Ci dessous, le signal de sortie de la guitare avec le drive qui monte de 0 à 10 puis descend 10 à 0 pour deux fréquences.



On s'aperçoit donc que l'activation du drive amplifie nettement le signal, plus le drive est grand, plus le signal est amplifié. Il faut en effet tenir compte de la décroissance progressive du signal observé sur le premier schéma. Lorsque le drive redescend, l'amplification diminue pour redevenir nulle.

Ainsi, l'étude expérimentale de la pédale de distorsion nous a permis de constater la complexité de ce matériel audio. Les problèmes rencontrés lors du montage et de l'étude des différents étages ont plusieurs origines. Tout d'abord, il y a le fait de ne pas travailler sur un circuit imprimé (comme dans une vraie pédale) mais sur des plaquettes. Nous avons ainsi été confronté à du bruit, des faux-contacts et un tas d'autres problèmes liés aux conditions expérimentales. Nous n'avons également pas le temps de vérifier tous les composants un à

un, il se peut donc que certains présentaient des défauts. L'étude de la pédale dans son intégralité à été beaucoup plus simple mais nous a apporté beaucoup plus au niveau des connaissances de cet outil.

IV. Conclusions et perspectives

Ce projet personnel nous a beaucoup apporté dans différents domaines :

L'étude comparative des deux types de pédales nous a permis d'entrevoir l'éventail des technologies analogiques utilisées dans le domaine du matériel audio. Ce projet nous aura également permis de découvrir des applications concrètes de certains montages étudiés en P3, les filtres notamment. Il s'inscrit donc parfaitement dans le cursus STPI.

Les difficultés rencontrées ont été nombreuses, nous avons ainsi dû effectuer des recherches approfondies, nous avons du ressortir nos cours de P3, et réunir nos compétences individuelles.

Le projet de P6-3 a été un bon moyen de comprendre le fonctionnement d'une pédale qui n'est pas aussi simple que ce que l'on pensait.

Le travail de groupe nous a aussi beaucoup appris sur notre capacité à s'écouter les uns les autres et ainsi à travailler ensemble en vue d'un même objectif.

Même si le montage de la pédale de distorsion n'a pas pu être achevé à cause de problèmes dont la source n'est toujours pas déterminée, nous avons développé des compétences en électricité et électronique qu'aucune matière théorique ne nous avait enseignées jusqu'à maintenant.

Nous tenons à remercier Monsieur Keller pour toute l'aide qu'il nous a apportée.

V. Bibliographie

- Sites internet

Image pédale

<http://www.google.fr/imgres?q=p%C3%A9dale+d%27effet+guitare+electrique+wah+wah+et+distorsion&hl=fr&qbv=2&tbm=isch&tbnid=GiDSbczYPlw5GM:&imgrefurl=http://s hopping.cherchons.com/r/pedale-effet-voi.html&docid=-AFOW5jUoISPkM&imgurl=http://img5.cherchons.com/marchand/pmcdn.priceminister.com/photo/873348818.jpg&w=300&h=300&ei=ZSq-T-xVx XxA5TU5ZcB&zoom=1&iact=rc&dur=757&sig=109165711693108208915&page=3&tbnh=160&tbnw=160&start=61&ndsp=30&ved=1t:429,r:2,s:61,i:210&tx=110&ty=86&biw=1280&bih=909>

Consulté le 24/05/12

<http://forums.futura-sciences.com/physique/74525-calcul-potentiel-electrique.html>

Consulté le 24/05/12

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)#Condensateur_id.C3.A9a1](http://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance_(%C3%A9lectricit%C3%A9)#Condensateur_id.C3.A9a1)

Consulté le 10/05/12

http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9or%C3%A8me_de_Millman

Consulté le 24/05/12

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)#Condensateur_id.C3.A9a1](http://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance_(%C3%A9lectricit%C3%A9)#Condensateur_id.C3.A9a1)

Consulté le 24/05/05

<http://www.freeinfosociety.com/electronics/schemview.php?id=350>

Consulté le 12/05/12

http://vkoeppel.free.fr/files/diy/les_composants_d_une_wahwah.pdf

Consulté le 15/03/12

- Livres

BREBEC Jean-Marie, DENEVE Philippe, DESMARAIS Thierry, MENETRIER Marc, NOEL Bruno, ORSINI Claude, « électronique, électrocinétique II », Hachette, 1996.

