

**Musique et Lampes :**  
**De la guitare à l'amplificateur en passant par les**  
**pédales de son**



**Etudiants :**

**Léo BRILLANT**

**Louis FAVREAU**

**Enzo LECA**

**Anthony-Léo LEFEBVRE**

**Trà BÙI**

**Gabin SAINT-PEE**

**Enseignant-responsable du projet :**

**Richard GRISEL**



Date de remise du rapport : 11/06/2022

Référence du projet : **STPI/P6/2022 – 43**

Intitulé du projet : **Musique et Lampes : De la guitare à l'amplificateur en passant par les pédales de son (I)**

Type de projet : ***Simulations, assemblage et soudage, mise en perspective des résultats obtenus***

Objectifs du projet :

L'objectif de ce projet est de construire une pédale de saturation pour guitare électrique utilisant la technologie de la lampe. Une fois cette pédale soudée et assemblée nous devons effectuer des simulations du comportement qu'elle aura ainsi que des tests sur la pédale afin de comparer les deux résultats obtenus.

Mots-clefs du projet :

- ***Traitement du signal***
- ***Electronique***
- ***Son***
- ***Simulation***

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier dans un premier temps l'INSA Rouen Normandie ainsi que les chefs du département STPI2 qui nous ont permis de choisir un projet parmi tant d'autres afin que chaque élève puisse travailler sur un sujet l'intéressant un maximum.

Dans un second temps nous souhaitons remercier Mr Richard Grisel, notre responsable de projet qui nous a laissé beaucoup de libertés dans nos démarches et dans notre travail afin que nous puissions tous trouver notre place et travailler sur ce qui nous plaisait. Nous le remercions aussi pour ces nombreux conseils et solutions apportées lorsque nous étions bloqués afin de mener le projet à bout.

De plus nous souhaitons remercier les différents techniciens qui nous ont suivi pendant tout ce semestre : Mme Hélène RADE, M. Pascal WILLIAMS et M. Michael JOLLY. ils nous ont appris à chacun d'entre nous les techniques de soudure toujours en étant dans la bonne humeur ce qui a rendu le projet agréable pour toute l'équipe. Sans eux le projet n'aurait pas pu être mené à son terme.

Enfin nous souhaitons remercier le Jury qui prendra le temps de nous écouter et de regarder notre production.

## TABLE DES MATIERES

1. Introduction .....	7
2. Partie théorique sur le fonctionnement d'une pédale à lampe. ....	8
3. Méthodologie et organisation du travail: .....	9
4. Travail réalisé et résultats .....	10
4.1. Conception de la pédale Vanilla overdrive.....	10
4.1.1. Carte électronique principale.....	10
4.1.2. Carte électronique d'alimentation : VPump60.....	11
4.1.3. Assemblage et soudures finales.....	12
4.2. Simulations .....	13
4.2.1. Les polarisations .....	13
4.2.2. L'analyse transitoire .....	14
4.2.3. Analyse fréquentielle .....	17
4.3. Tests .....	18
5. Conclusion et perspective .....	20
6. Bibliographie .....	21

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma des éléments d'une triode.....	8
Figure 2 : Carte électronique principale en cours de soudage .....	10
Figure 3 : VPump60 .....	11
Figure 4 : Mise à niveau VPump60.....	11
Figure 5 : Isolant (en orange) et dissipateur de chaleur en dessous .....	12
Figure 6 : Circuit LTSpice .....	13
Figure 7 : Polarisations.....	13
Figure 8 : Test du signal d'une guitare électrique .....	14
Figure 9 : Entrée(vert) sortie(bleue) de l'étage 1 (20% potentiomètre).....	15
Figure 10 : Entrée(vert) sortie(bleue) de l'étage 4 (80% potentiomètre) - (entrée et sortie saturées) .....	15
Figure 11 : Signal de sortie à 100% du potentiomètre de drive.....	15
Figure 12 : Signal de sortie à 100% du potentiomètre après FFT .....	16
Figure 13 : Tableau récapitulatif de l'analyse transitoire .....	16
Figure 14 : Tableau entrée/Sortie du circuit.....	17
Figure 15 : Mise en évidence d'un passe-bande.....	17
Figure 16 : Tests sur pédale.....	18
Figure 17 : Tableau récapitulatif des tests sur pédale.....	18

## 1. INTRODUCTION

Au cours du XXème siècle, de nombreux courants musicaux apparaissent comme le jazz, la funk, la pop, le rap, le rock ou bien le métal. Une grande partie de ces genres musicaux sont apparus en corrélation avec les avancées technologiques dans le domaine de la musique. En effet, des instruments comme la guitare électrique ou le synthétiseur sont apparus ainsi que les amplificateurs à lampe ou bien les pédales d'effet pour les guitares électriques. L'amplificateur permet d'amplifier les sons de la guitare électrique tout en faisant varier les sonorités en ajustant la tonalité ou bien le gain. Les pédales d'effets, branchées entre la guitare et l'amplificateur, ont pour but de modeler différents types de son en jouant sur la tonalité, le gain, la distorsion, le volume...etc. Ces dernières sont largement utilisées pour jouer du rock ou bien du métal. C'est la combinaison des différentes pédales d'effets et des différents amplificateurs qui permet d'obtenir une palette de son quasiment infini lorsque l'on joue de la guitare électrique.

Lors de notre projet, nous avons construit puis testé une pédale d'effet à lampe Vanilla Overdrive. Pour cela, nous avons étudié son fonctionnement théorique ainsi que les différents schémas de la pédale avant de nous lancer dans sa construction. Une fois la pédale terminée, nous avons effectué différents tests pour voir si le fruit de notre travail est en corrélation avec la théorie.

## 2. PARTIE THEORIQUE SUR LE FONCTIONNEMENT D'UNE PEDALE A LAMPE.

Notre pédale d'effet est une pédale à lampe. Nous allons ici voir quelle est le fonctionnement d'une lampe triode pour comprendre son utilité ainsi que le fonctionnement de la pédale.

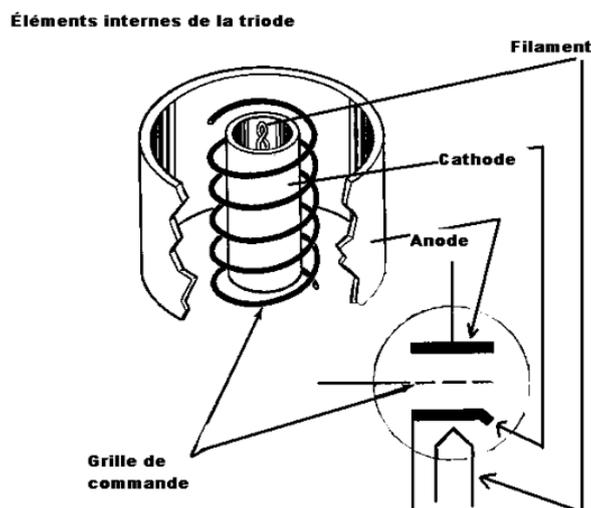


Figure 1 : Schéma des éléments d'une triode

Dans une lampe, il y a au minimum 2 électrodes (plaques de métal) enfermées dans une enceinte en verre dans laquelle on a fait le vide. Il s'agit de l'anode et de la cathode. Il y a une troisième électrode entre l'anode et la cathode: il s'agit de la grille. Cette dernière régule le débit d'électron. Il y a donc 3 électrodes d'où le nom de "triode".

La cathode est constituée d'un métal entouré d'oxydes qui favorisent l'émission d'électrons et elle est chauffée par le filament soumis à une tension. L'ensemble du dispositif est donc enfermé dans une ampoule contenant un gaz inerte empêchant le filament de se consumer. La température élevée va exciter les électrons qui seront attirés par la plaque de l'anode chargée positivement. C'est la différence de charge entre l'anode et la cathode qui va attirer et accélérer les électrons.

En ce qui concerne la grille, elle est chargée un peu plus négativement que la cathode et elle régule le débit d'électron. Cette grille est reliée à notre guitare qui va modifier la charge électrique de la grille. Si on lui applique une charge négative, elle va repousser les électrons et les maintenir près de la cathode ce qui va limiter le courant d'anode. Si on lui applique une charge positive, elle va attirer les électrons vers l'anode car elle comporte des trous qui laissent passer les électrons jusqu'à l'anode. Grâce aux différentes variations appliquées sur la grille, on va pouvoir faire varier le courant d'anode. En effet, la grille va laisser passer un grand flux d'électrons suite aux variations de charge qu'elle subit à cause de la guitare. Ce flux d'électrons de grande ampleur est à la même fréquence que le signal de la guitare: le signal a alors été amplifié. De plus, si l'attraction des électrons est très forte, alors l'anode arrache tous les électrons que la cathode est capable d'émettre cela s'appelle la saturation.

Il est ensuite possible d'obtenir de nombreux signaux en modulant les différents flux d'électrons et en employant différentes lampes. C'est donc sur ce principe que se base le fonctionnement d'un amplificateur à lampe ou bien de notre pédale de son.

Dans la pédale Vanilla Overdrive, nous avons trois potentiomètres : Un « Master », un « Gain » et un « Tone ». Le « Master » règle l'amplification du signal de sortie, le « Gain » règle la saturation du signal de sortie, et le « Tone » permet de régler les fréquences à amplifier. Dans nos simulations et tests, le « Master » et le « Tone » seront réglés au maximum.

### **3. METHODOLOGIE ET ORGANISATION DU TRAVAIL:**

Nous avons tout d'abord fait un inventaire et une revue complète des pièces et des plans mis à notre disposition afin de mieux répartir le travail. Nous avons divisé notre groupe en trois binômes. Gabin et Enzo se sont chargés de souder et de monter tout le circuit électrique de la pédale. Louis et Tra ont soudé et monté l'alimentation de la pédale overdrive. Léo et Anthony-Léo ont consacré leur temps à la partie mécanique de la pédale et ils ont également assemblé l'alimentation et le circuit électrique afin de finaliser la pédale dans son ensemble. Une fois tous nos travaux mis en commun, nous avons effectué différents tests pour valider notre montage et s'assurer du bon fonctionnement de notre pédale. Enfin, nous avons rédigé le rapport et réalisé le poster.

#### **Gabin et Enzo:**

- Inventaire des pièces du circuit électronique
- Assemblage des pièces ( soudures) pour former le circuit électronique principal

#### **Trà et Louis:**

- Inventaire des pièces
- Assemblage et soudure de l'alimentation
- Séries de tests pour valider notre modèle

#### **Léo et Anthony-Léo:**

- Inventaire des pièces
- Assemblage de la partie mécanique de la pédale
- Finition et montage final de la pédale

## 4. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

### 4.1. Conception de la pédale Vanilla overdrive

La première étape de notre projet était de concevoir notre pédale (la Vanilla Overdrive) avant de pouvoir ensuite la tester et réaliser les études nécessaires dessus.

#### 4.1.1. Carte électronique principale

Après avoir réalisé un inventaire précis de toutes les composants de la pédale afin de vérifier qu'aucune pièces ne manquaient, Gabin et Enzo ont commencé par concevoir la carte électronique principale de la pédale en suivant les instructions données par le plan et le schéma électronique.

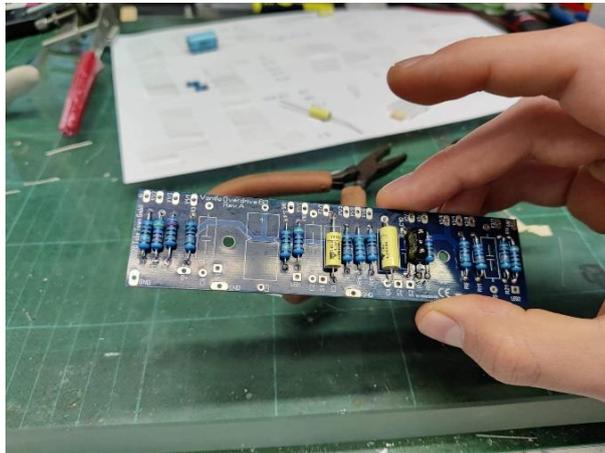


Figure 2 : Carte électronique principale en cours de soudage

Pour cela, ils ont réalisé les soudures de tous les éléments (résistances et condensateurs) sur la plaque. Au début ils étaient encadrés par Pascal qui leur a donné de nombreux conseils pour pouvoir ensuite avancer en autonomie.

Dans ce projet, toutes les soudures ont été réalisées à l'étain. Les premières furent un peu délicates mais rapidement tous les membres du groupe se sont adaptés pour réaliser des soudures conformes, ce qui a évité de perdre trop de temps sur cette étape. Évidemment, malgré notre implication et notre minutie, il pouvait arriver de rater une soudure. Dans ce cas, nous avons appris à dessouder pour recommencer à nouveau. Pratiquer les soudures fut une activité agréable et nouvelle pour la plupart d'entre nous dans la bonne humeur instaurée par Pascal et son poste radio.

#### 4.1.2. Carte électronique d'alimentation : VPump60

Dans les prises secteur que l'on connaît tous c'est un courant alternatif qui est délivré et dans notre cas nous avons une alimentation que l'on branche sur secteur afin de convertir ce courant alternatif en courant continu avec une tension de 12V. Le but de la carte électronique que Trà et Louis ont fabriquée est de prendre en entrée cette tension de 12V et de l'élever à 60V (courant continu) afin d'envoyer cette tension dans le circuit principal afin de l'alimenter. Cette partie de la pédale est nommée "VPump60".

Après avoir fait l'inventaire de nos pièces et analysé les schémas et photos fournis par le fabricant, nous avons pu souder nos composants sur la carte électronique fournie afin d'obtenir notre VPump60.

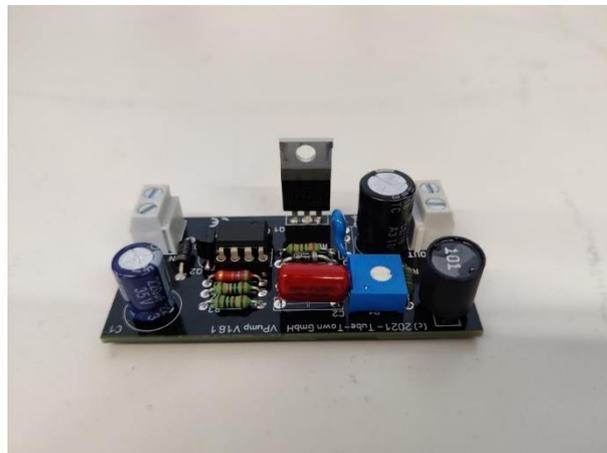


Figure 3 : VPump60

Une fois cette carte finalisée, il nous restait à la régler. C'est à dire régler le potentiomètre (en bleu sur la photo ci-dessus) afin que l'on ait bien une tension de 60V en sortie quand du 12V était mis en entrée.

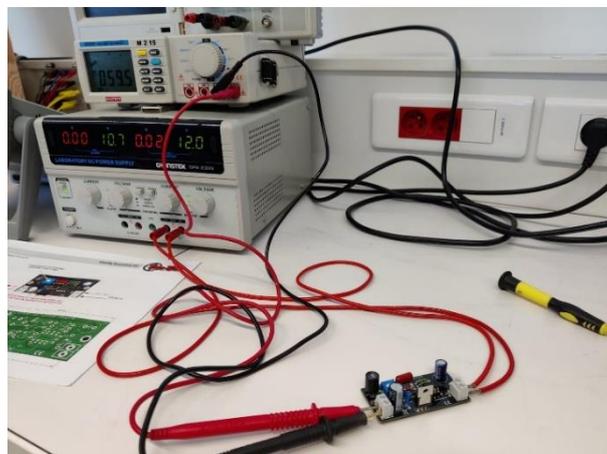


Figure 4 : Mise à niveau VPump60

Nous n'avons pas eu de difficultés à faire nos soudures, cependant sur les conseils de Monsieur Grisel nous avons "bricolé" un dissipateur de chaleur pour le transistor qui risquait de chauffer beaucoup. Nous avons donc découpé un morceau de dissipateur à la scie à métaux. Aussi, afin d'isoler ce dissipateur des parois de notre pédale nous avons découpé un morceau de plastique provenant d'une chute d'un précédent projet de P6.

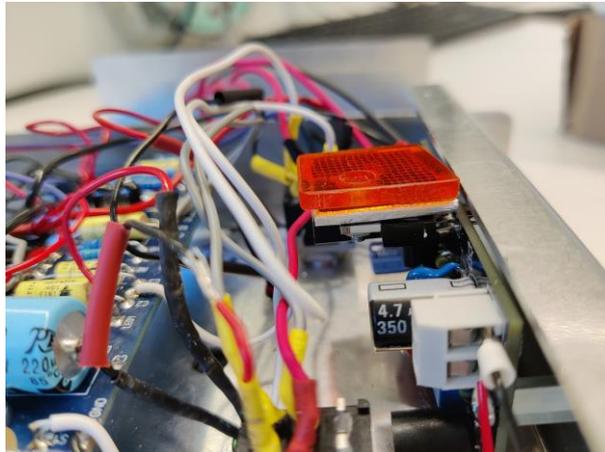


Figure 5 : Isolant (en orange) et dissipateur de chaleur en dessous

#### **4.1.3. Assemblage et soudures finales**

Une fois tous les composants soudés sur leur circuit imprimé, Léo et Anthony-Léo se mirent à assembler les éléments mécanique et électronique de la pédale.

La partie d'assemblage mécanique se fit relativement facilement, en suivant les images données par le constructeur. La seule différence notable fut l'installation de plusieurs rondelles pour espacer les parties supérieure et inférieure de la pédale. En effet, le radiateur et isolant installés étaient nettement plus épais que prévu, ce qui empêchait la fermeture du boîtier.

Du point de vue du circuit électrique, nous avons pu procéder à l'installation de tous les circuits imprimés soudés précédemment. Suivant tous les schémas électriques, tous les composants furent reliés par des fils soudés, ce qui prit un temps considérable du fait de la quantité de soudures à réaliser. Grâce à l'aide des techniciens, ces soudures furent réalisées sans problèmes. Nous avons également vérifié la qualité des soudures à l'aide d'un multimètre afin d'éviter des problèmes plus tard.

Toutefois, nous avons rencontré un problème dans le circuit. Lors de la mise en fonctionnement de la pédale, deux DELs témoins devaient s'allumer. Or, le système de fixation des diodes était mal conçu, ce qui résultait en le court-circuit des diodes et le non-fonctionnement du circuit électrique. Nous avons donc modifié le système de fixation afin de résoudre ce problème. Cela a nécessité de percer la plaque et d'installer des supports différents pour les diodes.

## 4.2. Simulations

Dans ce projet, la construction de la pédale - de l'inventaire des pièces à la dernière soudure - n'est que la partie émergée de l'iceberg. En effet, avant de pouvoir tester cette pédale avec une guitare et un ampli, toute une batterie de simulations et de tests doivent être réalisés.

En parallèle de la construction de la pédale il a donc fallu commencer par réaliser des simulations à l'aide du logiciel LTSpice qui est un logiciel informatique de simulation de circuit électronique. Afin de réaliser des simulations il fallait recréer le circuit électronique de notre pédale sur ce logiciel. Par chance, et pour gagner du temps, M. Grisel nous a transmis le modèle qui a été créé par un de groupes de projet de l'année dernière et nous n'avons eu plus qu'à renommer les composants et s'assurer que les valeurs de résistances étaient correctes.

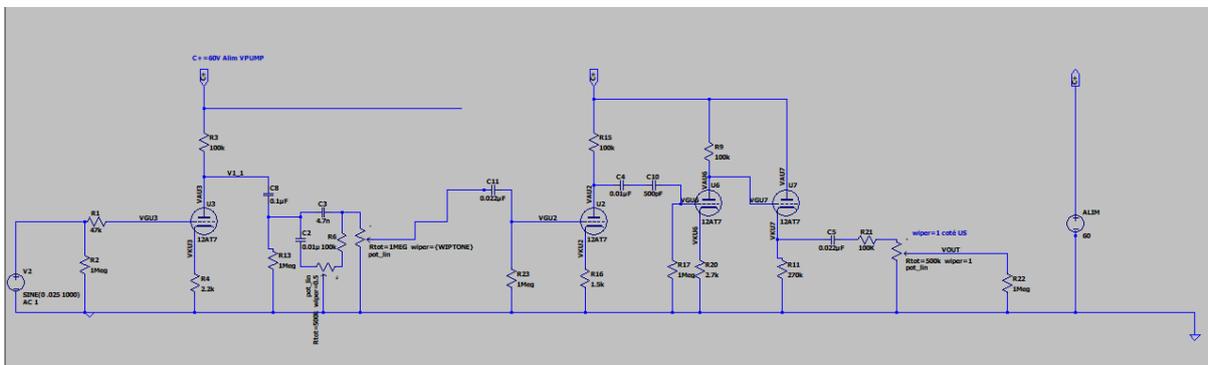


Figure 6 : Circuit LTSpice

Une fois qu'on a obtenu ce circuit qui correspond à notre montage en train d'être assemblé et monté par Anthony-Léo et Léo, il a fallu commencé les simulations que l'on peut séparer en trois parties.

### 4.2.1. Les polarisations

```

--- Operating Point ---

V(vau2) :      29.1506      voltage
V(vku2) :      0.462739    voltage
V(vgu2) :      0.00100046  voltage
V(vau7) :      60          voltage
V(vau3) :      33.6395     voltage
V(vku3) :      0.579928    voltage
V(vgu3) :      4.70273e-005  voltage
V(n003) :      3.36395e-012  voltage
V(n005) :      0           voltage
V(n007) :      2.67679e-013  voltage
V(vout) :      2.67675e-013  voltage
V(n009) :      4.07591e-018  voltage
V(n008) :      8.40989e-027  voltage
V(n004) :      5.70628e-018  voltage
V(n002) :      5.70644e-018  voltage
V(n001) :      2.91507e-007  voltage
V(vgu6) :      0.00100065  voltage
V(vgu7) :      36.0123     voltage
V(vku6) :      0.647669    voltage
V(vku7) :      36.5014     voltage
V(n006) :      3.47983e-013  voltage
    
```

Figure 7 : Polarisations

La première étape dans nos simulations a été d'obtenir la polarisation, c'est-à-dire obtenir les tensions continues dans notre circuit en l'absence de signal alternatif.

On obtient cette polarisation à l'aide du commande ".op". Cette commande crée alors un fichier texte où l'on peut voir les points de fonctionnement ("operating point") à tout endroit de notre circuit.

Une fois ces données recueillis nous avons pu les reporter sur notre circuit dans LTSpice.

#### 4.2.2. L'analyse transitoire

Comme annoncé plus haut, la première partie des simulations a été très rapide, mais la suivante, l'analyse transitoire, a pris beaucoup plus de temps.

Tout d'abord, nous avons branché une guitare à un oscilloscope afin de connaître quelle était la tension du signal quand on joue un accord de guitare. Cela nous a permis de mieux régler la tension du signal d'entrée pour la suite des simulation (320 mV). Nous avons d'ailleurs choisi une fréquence de 1kHz car sur une guitare électrique les fréquences des notes et accords joués varient en moyenne entre 80 Hz et 3 kHz (d'après quelques recherches).

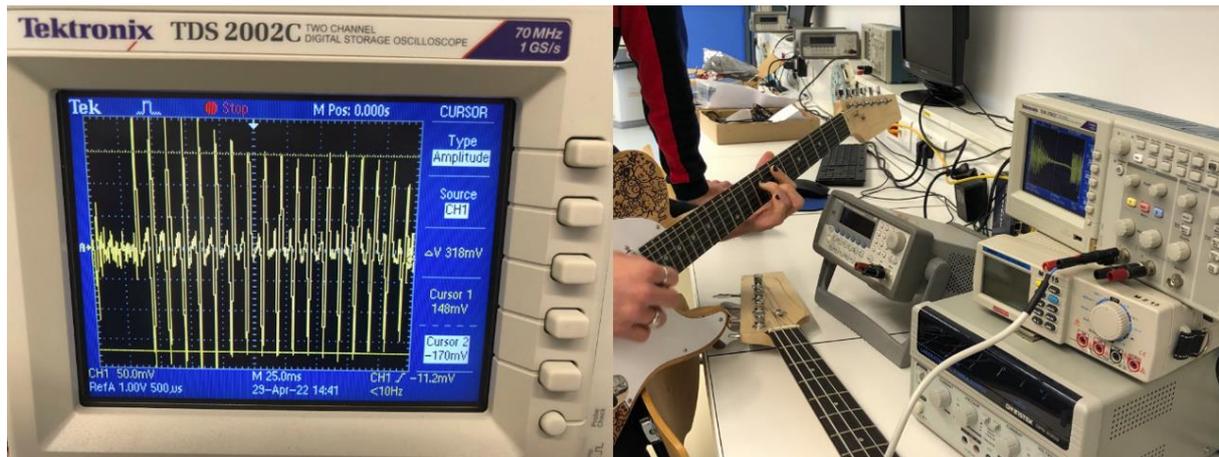


Figure 8 : Test du signal d'une guitare électrique

Notre circuit comprend deux lampes dites "doubles" ce qui correspond à quatre lampes simples dans notre circuit sur LTspice, l'étape suivante est donc de calculer les tensions d'entrée et de sortie pour chacune de ces lampes en vue de faire un calcul de gain. Pour rappel le Gain est le rapport d'une tension de sortie sur une tension d'entrée:

$$G = \frac{U_{sortie}}{U_{entrée}}$$

Afin de calculer ces Gains et donc ces tensions d'entrée et de sortie des lampes nous utilisons une commande ".tran" qui nous permet de mesurer la tension au points de fonctionnements souhaité pour une fréquence donnée (ici 1 kHz). Notons que pour les tensions de sortie des lampes nous avons choisi les points de fonctionnements après les condensateurs afin de supprimer les composantes continues.

Faire cette analyse transitoire est intéressante néanmoins il faut garder à l'esprit que nous faisons une pédale de saturation et que si le signal est trop saturé nous obtenons lors de notre simulation ".tran" des composantes non plus sinusoïdales mais en créneau, le calcul de gain n'a alors plus de sens. Nous avons donc fait cette analyse transitoire pour cinq positions du potentiomètre de saturation (ou potentiomètre de "Drive") : 20%, 40%, 60% 80% et 100% et le résultat est sans appel, nous pouvons utiliser ces données seulement quand le potentiomètre est inférieur ou égal à 20% car au-delà le signal sature (cf. figures ci-dessous).

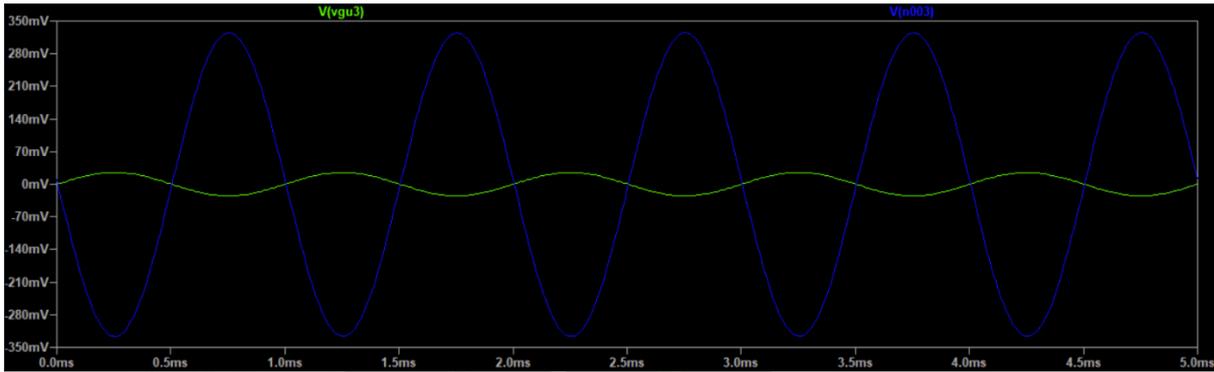


Figure 9 : Entrée(vert) sortie(bleue) de l'étage 1 (20% potentiomètre)

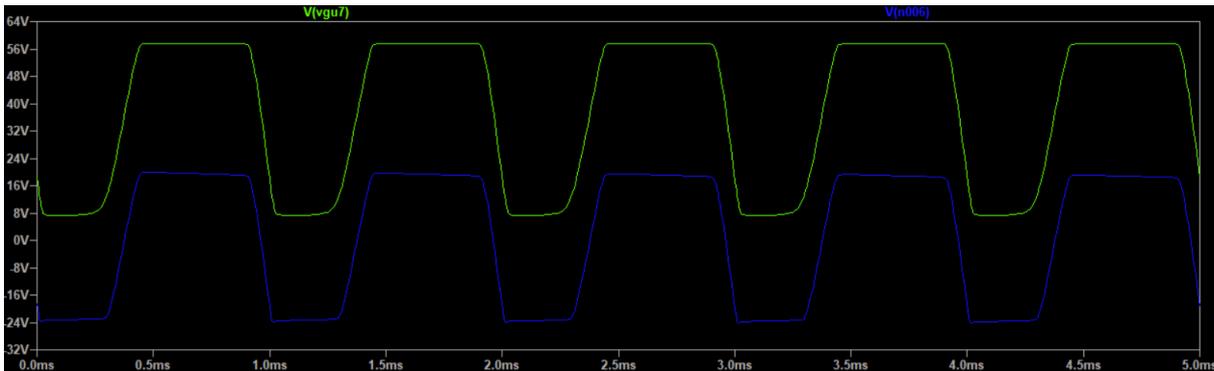


Figure 10 : Entrée(vert) sortie(bleue) de l'étage 4 (80% potentiomètre) - (entrée et sortie saturées)

Mais il est très intéressant de voir que nous pouvons toujours décomposer un signal très saturé en plusieurs signaux de fréquence différentes, et cela grâce à Transformée de Fourier Rapide ou Fast Fourier Transform (FFT). Si nous l'appliquons au signal de sortie de la pédale quand la saturation est au maximum, on obtient les courbes ci-dessous et on retrouve bien la fondamentale du signal qui est de 1 kHz :

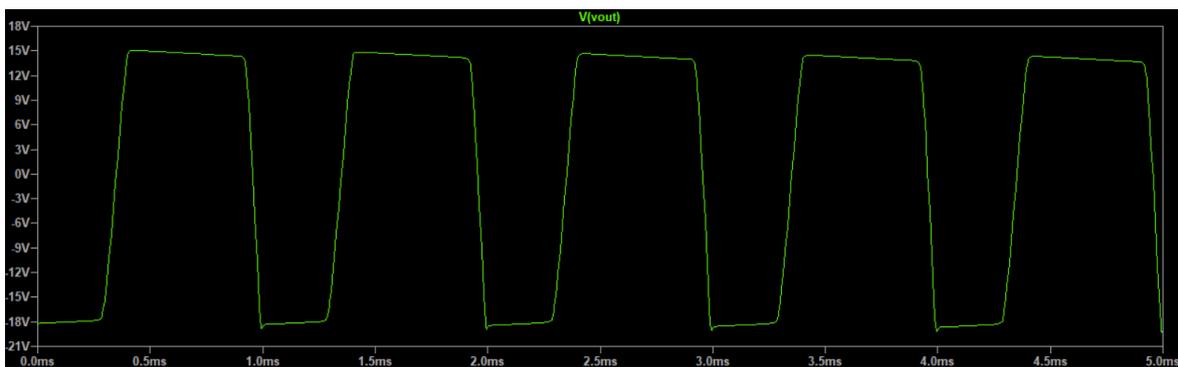


Figure 11 : Signal de sortie à 100% du potentiomètre de drive

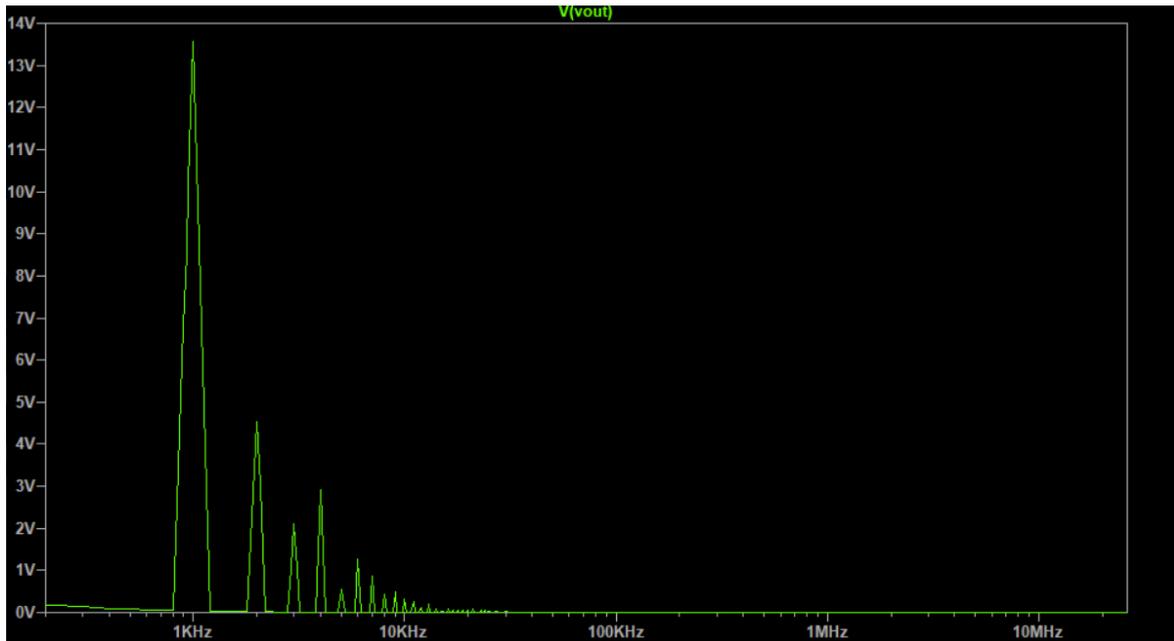


Figure 12 : Signal de sortie à 100% du potentiomètre après FFT

Revenons maintenant à notre analyse transitoire dont nous avons pu reporter les résultats dans le tableau ci-dessous:

	% du potentiomètre de drive	20	40	60	80	100
Etage 1	Tension Sortie de l'étage	0,650V	0,650V	0,650V	0,650V	0,650V
	Tension Entrée du circuit	0,050V	0,050V	0,050V	0,050V	0,050V
	Gain	13	13	13	13	13
Etage 2	Tension Sortie de l'étage	2,300V	4,000V	5,500V	7,500V	10,200V
	Tension Entrée du circuit	0,050V	0,205V	0,300V	0,426V	0,610V
	Gain	46				
Etage 3	Tension Sortie de l'étage	38,200V	49,600V	50,100V	50,300V	50,500V
	Tension Entrée du circuit	0,050V	4,000V	5,500V	7,500V	10,300V
	Gain	764				
Etage 4	Tension Sortie de l'étage	36,800V	43,600V	43,600V	43,500V	43,500V
	Tension Entrée du circuit	0,050V	49,300V	50,000V	50,300V	50,300V
	Gain	736				

Figure 13 : Tableau récapitulatif de l'analyse transitoire

Comme dit précédemment passé la première lampe, le calcul de gain n'a pas de sens avec une saturation supérieure à 20%. Ce tableau nous permet aussi de voir que la première lampe n'induit pas une saturation du signal contrairement aux trois autres mais induit malgré tout un Gain. Etant donnée que ce premier étage est situé avant le switch On/Off, ce Gain agira comme une amplification même si la pédale est sur Off et nous pourront mettre cela en évidence lors des tests.

Enfin nous avons relevé (couleurs plus vives) deux tensions qui sont la tension d'entrée du système en rouge (0,05 V) et la tension de sortie du système en vert (36,8 V), ces deux valeurs nous permettent de calculer le Gain global de cette pédale que nous allons pouvoir comparer avec les résultat de la dernière partie des simulation, l'Analyse fréquentielle.

Circuit (20% de drive)	Tension Sortie	36,800V		
	Tension Entrée	0,050V		
	Gain	736	Gain en db	57,3

Figure 14 : Tableau entrée/Sortie du circuit

### 4.2.3. Analyse fréquentielle

L'idée de cette dernière analyse est de comprendre comment se comporte notre pédale en situation réel. En effet, dans l'analyse transitoire nous avons fait des simulation sur le système pour fréquence d'entrée donnée, or dans la réalité, sur ne serait-ce que quelques secondes de jeu de guitare il y a une multitude de fréquences de signal qui sont envoyés dans la pédale (alors imaginez si c'est Eddie Van Halen qui joue).

L'analyse fréquentielle va donc nous permettre de regarder le Gain d'entrée sortie de la pédale pour toute une plage de fréquence, nous avons donc choisis de lancer cette simulation ".ac" pour toutes fréquences comprises entre 10 Hz et 100 kHz. Nous obtenons alors un Gain en décibel en fonction de la fréquence d'entrée du système.

Pour rappel le Gain en décibel est donné par la formule suivante:

$$G_{dB} = 20 \log(G)$$

Avec  $G$  le Gain, et  $G_{dB}$  le Gain en décibel

Nous obtenons donc la courbe ci-dessous :

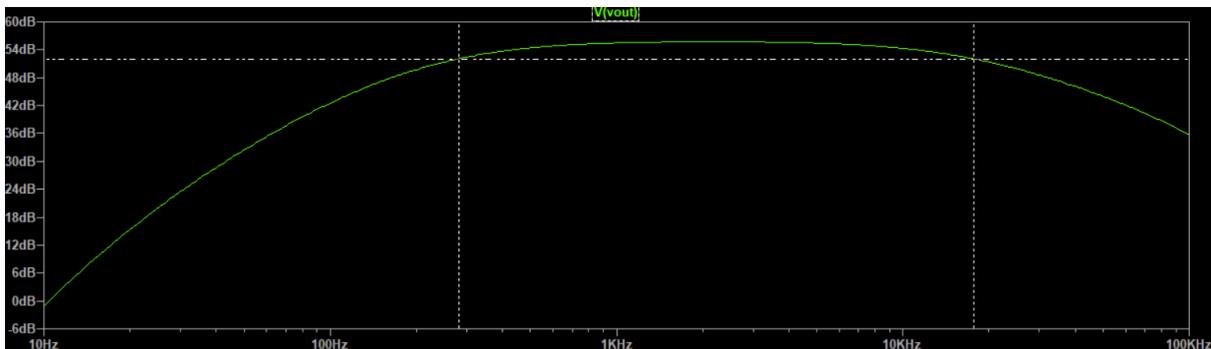


Figure 15 : Mise en évidence d'un passe-bande

Nous pouvons d'ors et déjà noter que si l'on se place à 1 kHz nous trouvons  $G_{dB} = 57,3$  dB ce qui correspond bien à un Gain de 736 comme nous avons trouvé précédemment pendant l'analyse transitoire. Mais ce qui est intéressant de calculer quand nous avons cette courbe, c'est la bande passante, car au vu du profil de la courbe nous pouvons voir que cette pédale fait aussi office de passe-bande.

Pour trouver cette bande passante, nous appliquons ce que nous avons vu en P3 en STPI 1, c'est à dire trouver  $G_{dB,max}$  et se placer à  $(G_{dB,max} - 3dB)$  (comme les bandes blanches en pointillés sur la graphique) et relever toutes les fréquences  $f$  tels que  $G_{dB}(f) > (G_{dB,max} - 3dB)$ .

Nous obtenons alors la bande passante de notre pédale qui est l'intervalle [320 Hz ; 15,6 kHz].

Maintenant que toutes les simulations ont été faites, il faut s'attaquer aux tests, c'est à dire faire des mesures sur la pédale réel, que Léo et Anthony-Léo ont fini de construire afin de comparer ces dernières à ce que nous avons pu simuler.

### 4.3. Tests

Pour prendre ces mesures nous avons branché un générateur de tension à la pédale pour simuler une entrée de guitare et nous avons comparé les valeurs de Gains à chaque étage de lampe avec celles trouvées lors de la simulation sur LTspice.

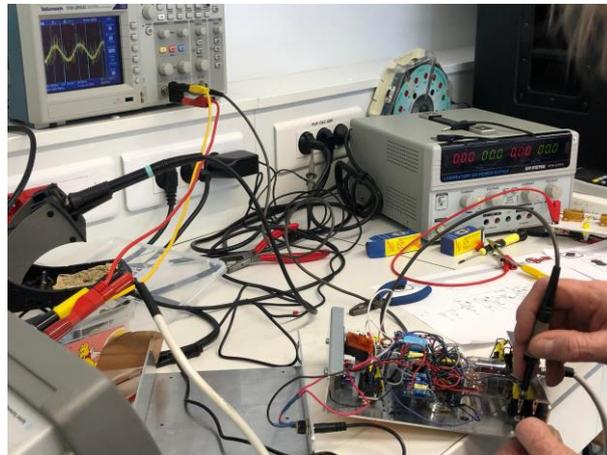


Figure 16 : Tests sur pédale

	% du potentiomètre de drive	~20
<b>Etage 1</b>	Tension Sortie de l'étage	0,608V
	Tension Entrée du circuit	0,052V
	Gain	12
<b>Etage 2</b>	Tension Sortie de l'étage	1,020V
	Tension Entrée du circuit	0,052V
	Gain	20
<b>Etage 3</b>	Tension Sortie de l'étage	6,160V
	Tension Entrée du circuit	0,052V
	Gain	118
<b>Etage 4</b>	Tension Sortie de l'étage	4,440V
	Tension Entrée du circuit	0,052V
	Gain	85

Figure 17 : Tableau récapitulatif des tests sur pédale

Au vu de ces résultats, si on regarde seulement les chiffres, on ne peut pas se dire satisfait. En effet nous sommes bien loin de ce que les simulations sur LTspice nous ont donnés, le gain sur le premier étage est certes très proche mais à partir du deuxième étage nous nous éloignons des gains espérés. Enfin sur le circuit complet le gain réel est plus de 8 fois inférieur au gain théorique. On peut supposer que cette différence est due au modèle de lampe utilisé sur LTspice, certainement trop éloigné du modèle que nous utilisons pour le Vanilla Overdrive.

Cependant la déception des chiffres fut de courte durée car en refermant cette pédale et en la branchant à notre guitare et amplificateur, nous nous sommes retrouvé devant une pédale fonctionnel donnant notre guitare un son saturé et « crunchy ». En somme, notre pédale fonctionnait.

Nous pouvons par ailleurs noter que malgré la pédale éteinte, cette dernière amplifie notre signal de guitare et agit donc comme un boost de volume. (Cela confirme ce que nous avons dit concernant le premier étage de lampe situé avant le switch On/Off).

## 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Au cours de ce semestre, nous avons eu l'opportunité d'assembler et de souder une pédale à lampes. Nous avons trouvé ce projet très intéressant et avons pris beaucoup de plaisir à le réaliser. De plus, le résultat final est encore plus gratifiant du fait du bon fonctionnement de notre pédale.

Sur le plan technique, ce projet nous a permis de nous initier et de développer de bonnes bases en soudure. Souhaitant pour la plupart aller en spécialité mécanique, ces compétences nous seront utiles lors de notre parcours.

D'autre part, ce projet nous a beaucoup apporté sur le plan humain. Pour la première fois depuis le début de notre scolarité, nous avons travaillé en petites équipes sur des aspects très différents du projet. Nous avons ainsi dû communiquer entre nous afin de mettre en commun nos avancées respectives et nos connaissances. Cela est différent du travail habituellement rencontré, et nous a permis de découvrir ce nouveau mode de fonctionnement.

En somme, ce projet est extrêmement intéressant et nous paraît justifié dans notre cursus. Le travail pratique rencontré nous a changé du travail habituellement très théorique, et nous a apporté tout autant de connaissances.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

- ☞ <https://www.leblogquigratte.fr/2011/11/04/comment-fonctionne-un-ampli-a-lampe-explications-simples/> (fonctionnement d'une pédale à lampe)
- ☞ <https://www.solfege.org/amplificateurs-a-lampe/> (fonctionnement d'une pédale à lampe)
- ☞ Documents PDF fournis par M. GRISEL : (Fonctionnement d'une lampe)
  - <file:///C:/Users/louis/Documents/INSA/STPI2/S4/P6/amplification-a-lampe-triode-common-gain-stage-fr-472036.pdf>
  - <file:///C:/Users/louis/Documents/INSA/STPI2/S4/P6/calculamplipreampliv2018.pdf>