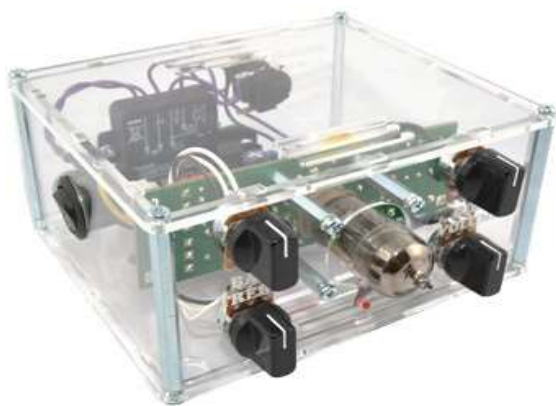


## AMPLIFICATEURS A LAMPES POUR GUITARES : ETUDE ET TESTS AVEC PEDALES DE SON



**Etudiants :**

**DANIELE** Lucas

**DY** François

**HATTINGUAIS** Swann

**DOMINGUES** Diego

**GAUTIER** Thibault

**LACASSIN** Guillaume

---

**Enseignant-responsable du projet :**  
**GRISEL** Richard

*Cette page est laissée intentionnellement vierge.*

Date de remise du rapport : 15/06/2020

Référence du projet : STPI/P6/2020 – 15

Intitulé du projet : Amplificateurs à lampes pour guitares : Étude et tests avec pédales de son

Type de projet : *Électronique / Modèles / Conception*

Objectifs du projet :

*Les objectifs de ce projet étaient d'abord de comprendre le principe de fonctionnement des lampes, puis de prendre en main des logiciels de simulation tels que LTspice pour enfin construire de toutes pièces un amplificateur pour guitare : Le Tomato Blaster, ainsi qu'une pédale d'effet : La Vanilla Overdrive*

Mots-clefs du projet : *Pédale, Amplificateurs, Lampes, Électronique, Simulation.*

## **REMERCIEMENTS :**

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à toutes les personnes ayant participé à la réalisation de ce projet de Physique.

Nous tenons particulièrement à remercier notre professeur encadrant Monsieur Richard GRISEL. Il a su se montrer disponible et à l'écoute, nous aider lorsque cela a été nécessaire et nous orienter vers de nouveaux objectifs suite aux événements du Covid-19, qui nous ont privé de l'achèvement des constructions.

La participation des techniciens de l'INSA dans notre formation sur les outils de conception a été essentielle et pour cela nous les remercions chaleureusement.

Nous n'oublions pas de remercier l'Institut National des Sciences Appliquées sans qui nous n'aurions jamais eu l'opportunité de travailler sur un tel projet.

## Table des matières

Table des matières .....	5
I. Introduction .....	6
II. Méthodologie / Organisation du travail .....	7
III. Travail réalisé et résultats .....	8
A. Principe de fonctionnement des lampes .....	8
1. Un peu d'histoire .....	8
2. Les triodes (ou lampes).....	10
3. Le Tomato Blaster .....	11
4. La Vanilla Overdrive .....	13
B. Simulation.....	14
1. Banana Booster .....	14
2. Vanilla Overdrive .....	16
3. Tomato Blaster.....	18
C. Construction.....	19
1. Prise en main des outils .....	19
2. Étiquetage.....	20
3. Montage du Tomato Blaster .....	20
4. Les conséquences du confinement sur les constructions .....	21
IV. Conclusions et perspectives .....	22
V. Bibliographie .....	23
VI. Annexes.....	25

## Introduction

A partir des années 1920, la guitare électrique est apparue et s'est démocratisée. Elle amène avec elle d'autres technologies comme les amplificateurs à lampes et les pédales d'effets.

Les amplificateurs à lampes ont été et sont toujours un plus pour les guitaristes. En musique, la guitare et l'ampli ne font qu'un si on veut un son propre et unique à sa musicalité. Avec leur son qualifié de rond et chaud, les amplificateurs à lampes ont permis un tournant explosif au rock et n'ont cessé d'évoluer au fil des années.

Quant aux pédales d'effets, elles ont permis aux guitaristes de répondre à leurs besoins en leur offrant des possibilités et une palette sonore inédite. Certaines sont même restées emblématiques tant elles ont contribué au succès de certains morceaux. Elles sont aujourd'hui un indispensable dans le matériel du guitariste.

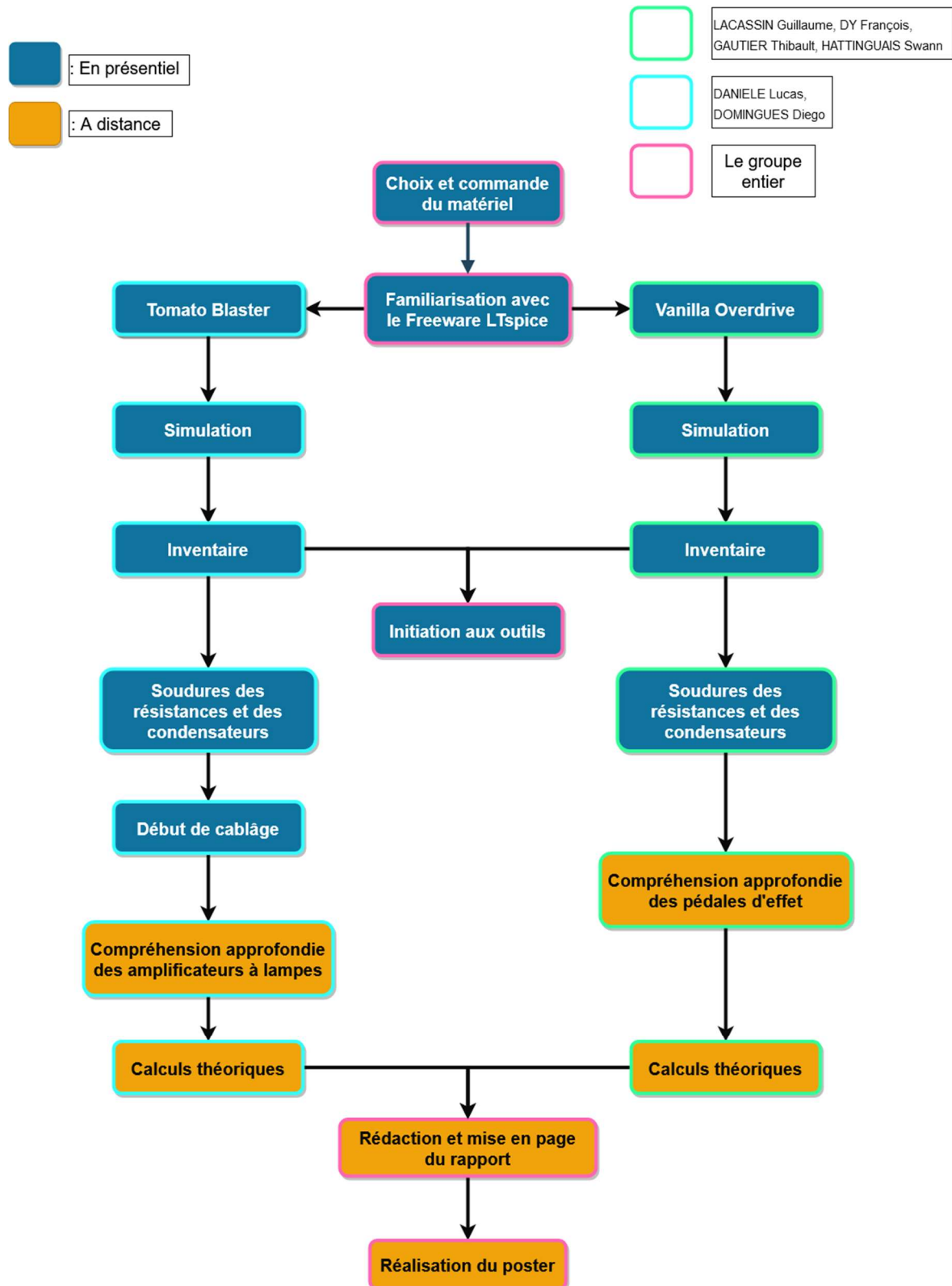
Notre projet de P6 porte donc sur l'étude des amplificateurs à lampes et des pédales d'effets avec notamment la construction de l'ampli « Tomato Blaster » et de la pédale « Vanilla Overdrive », tous deux achetés en kit sur internet.

En raison des circonstances exceptionnelles, notre projet s'est divisé en deux phases : avant et pendant le confinement dû à la COVID-19. Avant le confinement, nous avons séparé notre projet en trois temps : construire l'amplificateur et la pédale, faire les études expérimentales puis les comparer aux études théoriques. Cependant nous n'avons pas pu terminer leurs constructions et, par conséquent nous n'avons que des études théoriques.

Notre projet ayant pris un autre tournant, nous avons donc dû revoir un de nos objectifs qui était de comparer les résultats théoriques et expérimentaux afin de s'assurer du bon fonctionnement de notre amplificateur à lampes ainsi que de la Vanilla Overdrive. Ainsi, nous nous sommes plutôt basés sur une compréhension plus approfondie de la complexité du système à lampes. Et nous avons utilisé le freeware « LTspice » afin d'étudier en profondeur les plans de la pédale et du Tomato Blaster.

## I. Méthodologie / Organisation du travail

Dans ce groupe de six personnes nous avons formé deux sous-groupes. Un premier sous-groupe de deux personnes chargé de construire le Tomato Blaster, et un second de quatre personnes chargé de construire la Vanilla Overdrive. Ainsi, chaque groupe s'est occupé de sa partie et le travail n'a été mis en commun qu'à la rédaction et à la mise en page du rapport et du poster.



## II. Travail réalisé et résultats

### A. Principe de fonctionnement des lampes

#### 1. Un peu d'histoire

#### Les lampes

En 1904, le physicien et ingénieur anglais Ambroise Fleming créa la « diode » à tube. Le principe est plutôt simple, il se base sur l'effet Edison. C'est-à-dire qu'à l'inverse d'un courant négatif, un courant positif, lui, peut passer d'un filament chauffé à une plaque réceptrice.

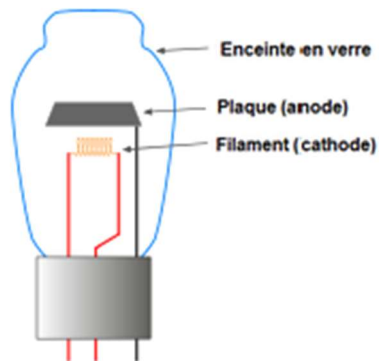


Figure 1: Diode à tube

Cette diode est composée de deux éléments : un filament et un cylindre en tôle.

Le filament, aussi appelé cathode, est chauffé afin de déclencher la production d'électrons.

La tôle, aussi appelée anode ou encore plaque, entoure le filament et capte les électrons que ce dernier libère.

Le tout est enfermé dans une ampoule en verre afin que les deux éléments soient sous vide et ainsi d'éviter que le filament ne se consume instantanément.

Sur ce principe, différentes appellations ont été données aux amplificateurs telles qu'amplificateur à lampes, à ampoules ou encore à tubes.

En 1906, c'est l'inventeur américain Lee De Forest, déjà célèbre dans le monde de l'audio, qui apporte une amélioration à la « diode » de Fleming. Il y ajoute une troisième électrode qui aura la fonction de grille de contrôle. Pour cela, il tourne un fil autour de la cathode en veillant à ce que ce fil ne touche ni la cathode, ni l'anode. Lorsque la tension de la grille augmente, le courant entre la cathode et l'anode augmente aussi.

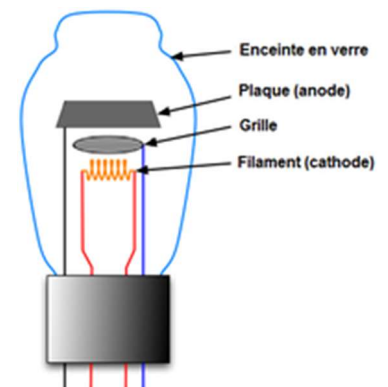


Figure 2: Triode à tube

Lee De Forest venait d'inventer le premier circuit capable d'amplifier la puissance électrique puisque la grille de contrôle ne consomme pas de courant. Il baptisa son invention « l'Audion », un nom qui laisse deviner une intention audiophile.

L'Audion sera ensuite amélioré par le chimiste et physicien américain Irving Langmuir afin de donner le « Pliotron ». Le « vide partiel » de l'Audion est avantageusement remplacé par un « vide poussé ».

Ce ne sera qu'en 1919 que le physicien anglais William Eccles donnera le nom de diode et de triode pour un tube à vide possédant respectivement deux électrodes et trois électrodes.



## Les amplificateurs

Mais ce n'est pas tout de suite que l'amplificateur à lampes a vu le jour. Il faudra attendre les années 1930 pour qu'une première amplification électrique apparaisse sur scène.

En effet, comme beaucoup d'instruments, la guitare était autrefois purement acoustique, mais pour rivaliser avec la section des cuivres des big band, la recherche de l'amplification a commencé car les guitaristes avaient besoin de plus de volume.

De là, le célèbre américain Leo Fender a commencé à construire des amplificateurs simples dans son magasin de réparation de radio, en y ajoutant des contrôles de tonalité et de réverbération. Ses amplis tels que le « Fender Champ » ou le « Fender Bassman » ont ainsi ouvert la voie à la création d'un nouveau type d'amplificateurs, cette fois-ci conçu par le célèbre anglais Jim Marshall avec par exemple le « Marshall JTM45 ».

A ce jour, la plupart des amplificateurs sont définis soit comme « Fender-style », soit comme « Marshall-style ».



Figure 3: Fender Champ

Avec l'évolution du numérique et de la miniaturisation il y a eu, suite à l'amplificateur à lampes, l'amplificateur à transistor puis l'amplificateur à modélisation. Bien-sûr, chaque amplificateur possède ses propres avantages et inconvénients. Ce n'est pas parce que l'amplificateur à lampes utilise un système plus ancien qu'il se fait démoder, au contraire, l'amplificateur à lampes reste un plus pour nombre de guitaristes.

## Les pédales d'effet

Dans les années 1940, la mise en place de vide dans les tubes des amplificateurs permet à ces derniers de supporter de gros flux d'électricité. On peut alors pousser les amplificateurs au maximum de leur puissance. C'est ainsi qu'on découvre un son « crunch » (saturation naturelle de l'ampli) avec quelques sons parasites : c'est l'overdrive.

Pour amplifier cet effet, les guitaristes commencent à endommager volontairement leurs amplificateurs (Dave Davies de The Kinks, Link Wray), et en particulier les membranes ce qui ouvrit de nouveaux horizons sonores.



Figure 4: Maestro Fuzz Tone

En 1962, grâce à l'invention du transistor, la première pédale de « fuzz » (grosse distorsion) apparaît.

C'est la « Maestro Fuzz Tone », produite par « Gibson », et qui devient rapidement une icône grâce au morceau « (I Can't Get No) Satisfaction » de The Rolling Stones.

De la reverb au delay en passant par le chorus, de nos jours, nombreux sont les effets que l'on peut retrouver sur le « pedalboard » d'un guitariste. On peut regrouper tous ces effets en fonction de leurs caractéristiques :

- ceux qui modifient le contenu harmonique du signal, ce sont les effets de **saturation** (overdrive, distorsion, fuzz)
- ceux qui agissent sur les fréquences du signal, ce sont les effets de **filtre** (égaliseur, wah-wah)
- ceux qui provoquent des retards du signal, ce sont les effets **temporels** (delay, reverb)
- ceux qui double le signal avec un léger retard et une oscillation réglable, ce sont les effets de **modulation** (chorus, flanger)
- ceux qui changent la courbe et les fréquences du signal, ce sont les effets **dynamiques** (compression)

Deux grandes familles de pédales s'opposent, les analogiques et les numériques. Ces dernières étant plus récentes elles ont du mal à se faire une place dans l'industrie de la musique. Ces deux familles présentent des avantages et des inconvénients, et ont chacune leur public.

## 2. Les triodes (ou lampes)

Le but des triodes est d'amplifier le signal électrique.

Pour ce faire, une lampe d'amplification est composée de 5 pattes : deux pour le filament chauffant, une pour la cathode, une pour l'anode puis une dernière pour la grille de contrôle. Le tout dans un tube à vide. Cette triode ressemble donc à une ampoule à 5 pattes et c'est ce qui lui vaut l'appellation de « lampe ».

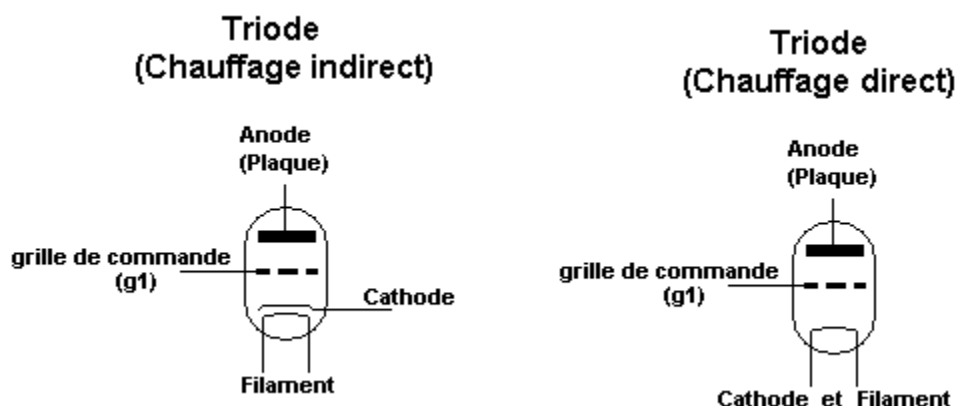


Figure 5: Schéma de la triode

Ici, on parle de chauffage indirect lorsque la cathode est séparée du filament. A l'inverse, si les deux ne forment qu'un, on parlera de chauffage direct.

Dans une triode, le flux d'électrons, émis par la cathode, est contrôlé par la grille de contrôle (ou de commande) avant d'être reçu par l'anode.

Lorsqu'une corde de la guitare est grattée, les micros magnétiques produisent un signal électrique correspondant à la fréquence de la note jouée. Ce signal est donc une tension alternative avec des cycles positifs et négatifs très rapides.

L'amplificateur étant branché sur le secteur, le filament est soumis à une tension et chauffe ainsi la cathode, ce qui favorise l'émission d'électrons. Ces mêmes électrons sont ensuite attirés par l'anode qui est chargée négativement.

Comme dit précédemment, c'est la grille de contrôle qui va permettre d'amplifier précisément la note jouée. La grille étant chargée légèrement plus négativement que la cathode, les électrons sont repoussés, et cette même grille est reliée aux micros de la guitare. Par conséquent, lorsqu'une note est jouée, la charge électrique de la grille va être modifiée par le signal de la guitare. Cette modification laissera passer, ou non, la masse d'électrons de la cathode vers l'anode, créant ainsi un énorme flux électrique à la même fréquence que la note jouée. Le passage des électrons est contrôlé par cette grille. Ainsi la note est jouée est amplifiée.



Figure 6: Amplificateur Fender à deux étages

Un amplificateur est constitué de plusieurs étages, souvent deux. Un étage de « préamplification » (en haut figure) qui reçoit et adapte le signal avant de le transmettre au deuxième étage. Cet étage d'amplification, aussi appelé « de puissance » (en bas figure) transforme le signal préamplifié en un signal d'amplitude suffisante pour faire vibrer les haut-parleurs.

En vibrant, le haut-parleur retranscrit le signal électrique en ondes acoustiques afin que nos oreilles puissent profiter du magnifique son rond et chaud d'un ampli à lampes.

La triode est surtout employée dans l'étage de pré amplification. Par exemple, la « 12AX7 » est une double triode (deux triodes dans la même ampoule).

En fonction des domaines d'application, des dérivées de la triode ont vu le jour, avec notamment la tétrade, la pentode et la tétrade à faisceaux dirigés.

### 3. Le Tomato Blaster



La triode utilisée dans le Tomato Blaster est une « ECC82 », aussi appelé « 12AU7 » aux Etats-Unis. C'est une double-triode.

Ces deux triodes indépendantes sont aussi montées en cascade afin d'augmenter le gain du circuit.

Figure 7 : Doubles-triodes 12AU7

Parmi toutes les double-triodes utilisées dans les préamplificateurs, La ECC82/12AU7 est une double-triode à faible facteur de gain. C'est-à-dire que l'ampli crunchera plus tard.

Le facteur d'amplification  $\mu$  d'une triode exprime le rapport entre la tension amplifiée sur l'anode et la tension d'entrée appliquée sur la grille :  $\mu = \frac{U_a}{U_g}$ .

Une double-triode avec un facteur de gain  $\mu$  élevé crunchera plus vite.

USA Com.	USA Milit.	Europe Com.	Europe Milit.	$\mu$	VaMax (V)	PaMax (W)	IaMax (mA)	Ihh @ 6,3V (mA)
12AX7	6681	ECC83	CV4004	100	330	1,2	8	300
	7025	ECC803	M8137		300	1		
-	5751	-	-	70	330	0,8	3	350
12AT7	6060	ECC81	CV4024	60	330	2,8	15	300
	6679	ECC801	M8162		300	2,5		
-	5965	E180CC	-	47	330	2,2	16,5	450
					275	2	20	
12AY7	6072	-	-	44	330	1,6	10	300
				40	300	1,5		
12AV7	-	-	-	41	300	2,7	25	450
-	6085	E80CC	-	27	300	2	12	600
12AU7	6189	ECC82	CV4003	17	300	2,75	20	300
	6680	ECC802						
12BH7	6913	-	-	16,5	300	3,5	20	600

Figure 8: Tableau comparatif des doubles-triodes

$\mu$  = Facteur de gain

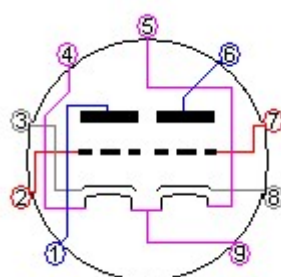
VaMax = Tension maximale applicable à l'anode

PaMax = Puissance dissipée maximale de l'anode

IaMax = Courant maximal de l'anode

Ihh = Courant de chauffage du filament

Les double-triodes ont un filament à prise centrale pour une utilisation dans des circuits de chauffage 6,3 V 300 mA ou 12,6 V 150 mA.



1. Anode Triode Number 2
2. Grid Triode Number 2
3. Cathode Triode Number 2
4. Heater (Triode 2)
5. Heater (Triode 1)
6. Anode Triode Number 1
7. Grid Triode Number 1
8. Cathode Triode Number 1
9. Heater Center tap

Figure 9: Schéma de la double-triode 12AU7

Le Tomato Blaster est un amplificateur hybride, c'est-à-dire que son étage de préamplification est à lampes alors que son étage de puissance est à transistors.

#### 4. La Vanilla Overdrive

La Vanilla Overdrive que nous étudions est une pédale analogique. L'overdrive comme expliqué précédemment est une saturation naturelle de l'ampli quand on le pousse dans ses retranchements. En utilisant une pédale de saturation, les harmoniques de la note jouée sont accentuées. La différence entre les pédales d'overdrive, de distorsion et de fuzz est simplement le degré de modification qu'on applique au signal d'entrée.

On a alors dans l'ordre croissant en gain : overdrive/distorsion/fuzz.

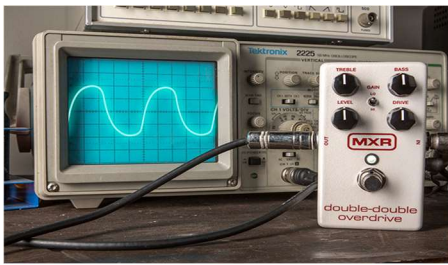


Figure 10: Son claire



Figure 11: Son overdrive

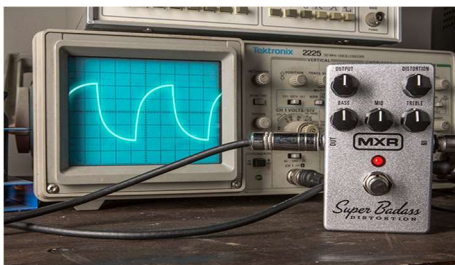


Figure 12: Son distorsion

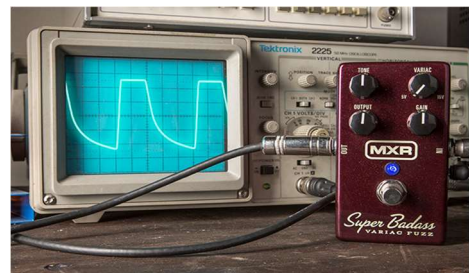


Figure 13: Son fuzz

## B. Simulation

### 1. Banana Booster

Pour avoir une idée des caractéristiques de notre pédale avant de la monter, nous avons fait une simulation du circuit. Nous avons donc utilisé le logiciel « LTspice » afin de pouvoir réaliser un modèle de la pédale de son.

Tout d'abord, afin de vérifier si les simulations avec le logiciel étaient cohérentes pour les pédales de son, nous devons faire des mesures sur une pédale déjà montée par un groupe de l'année précédente, la pédale « Banana Booster ». Nous devons ensuite comparer les mesures aux résultats obtenus avec LTspice. Pour ce faire nous avons utilisé le schéma LTspice de la Banana Booster.

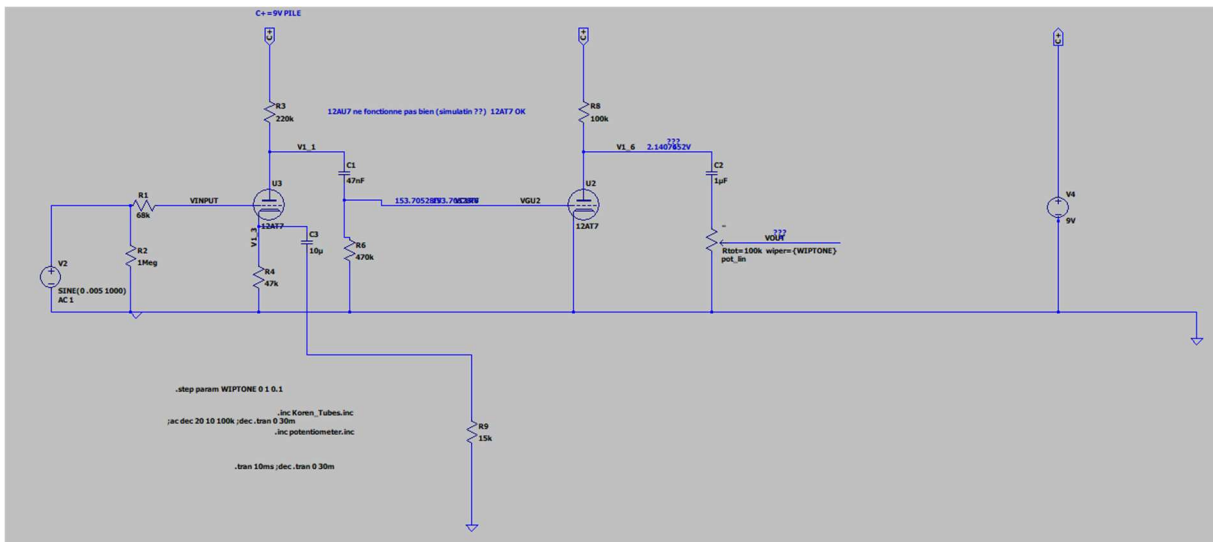


Figure 14: Modèle LTspice de la pédale Banana Booster

Grâce à ce schéma nous avons réalisé une analyse en mode transitoire afin d'obtenir les amplitudes maximales des différentes tensions du modèle. Ainsi nous avons pu comparer le gain avec celui des mesures.

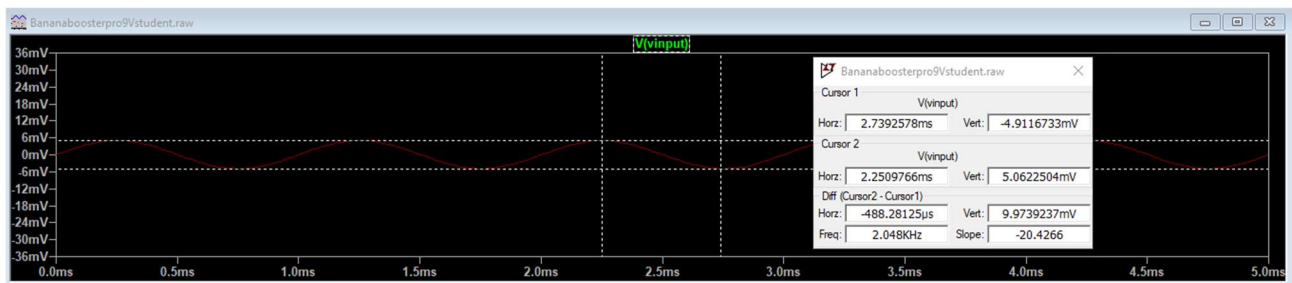


Figure 15: Simulation de la tension d'entrée  $V_{input}$  en transitoire avec LTspice

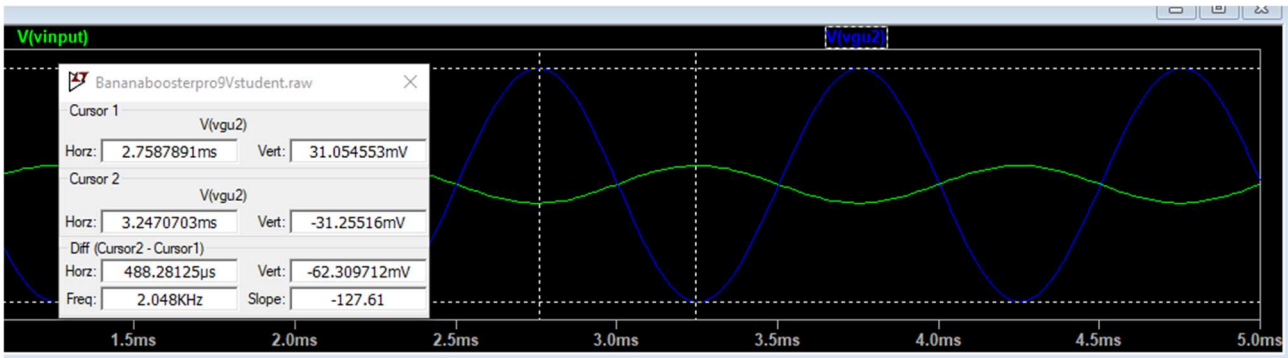


Figure 16: Simulation de la tension  $V_{gu2}$  en transitoire

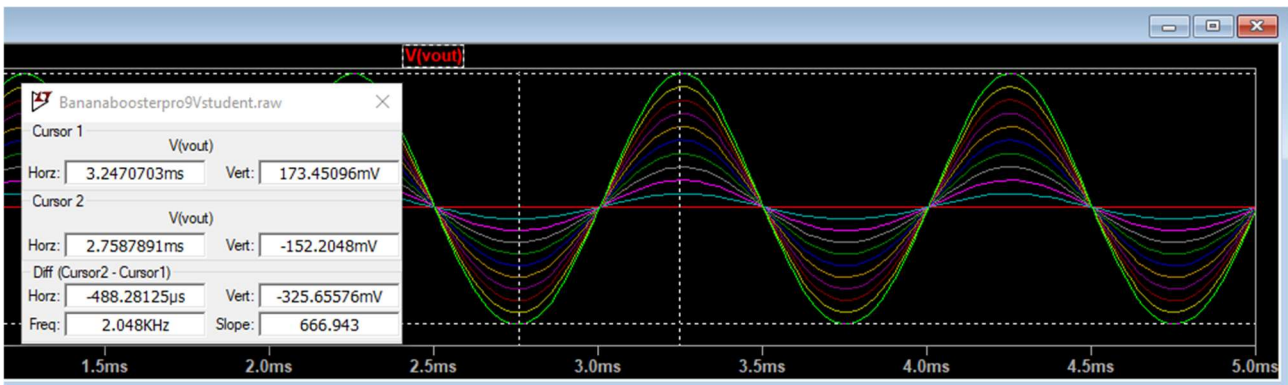


Figure 17: Simulation de la tension de sortie  $V_{out}$  en transitoire

Nous avons donc obtenu avec le modèle les valeurs crête à crête suivantes :

$$V_{input} = 9,97 \text{ mV}$$

$$V_{C1R6} \text{ sans « kick »} = 62,31 \text{ mV}$$

$$V_{out} \text{ sans kick} = 325,66 \text{ mV}$$

Ce qui nous permet de calculer les gains suivants :

$$\text{Gain } V_{C1R6} = 62,31 / 9,97 = 6,2$$

$$\text{Gain Total} = 325,66 / 9,97 = 32,7$$

Pour la tension  $V_{out}$ , les différentes sinusoïdes de couleurs du signal représentent les différentes positions du potentiomètre. Nous avons donc choisi de prendre celle avec la plus grande tension pour nos calculs de gain.

Puis nous avons simulé les valeurs de  $V_{C1R6}$  et  $V_{out}$  mais cette fois-ci avec le kick. Mettre le kick revient à supprimer la résistance  $R9$  de 15 k $\Omega$  sur le modèle.

Nous avons donc obtenu les valeurs suivantes :

$V_{C1R6}$  avec kick = 121,28 mV

$V_{out}$  avec kick = 1264,16 mV

Et donc les gains :

Gain kick  $V_{C1R6} = 121,28 / 9,97 = 12,2$

Gain kick Total =  $1264,16 / 9,97 = 126,8$

Les gains obtenus avec le kick sont bien plus importants que sans, ce qui est conforme à la réalité.

Cependant, les valeurs obtenues avec le modèle LTspice sont bien supérieures aux mesures réalisées.

## 2. Vanilla Overdrive

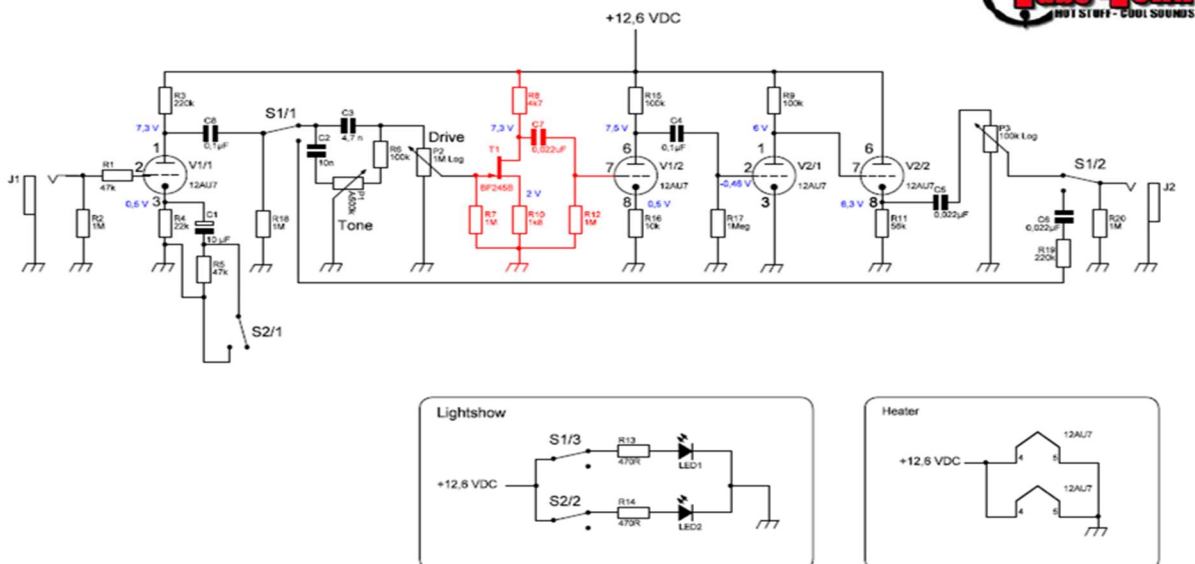


Figure 18: Schéma électronique de la pédale « Vanilla Overdrive »

Nous avons ensuite créé un modèle de la pédale Vanilla Overdrive à l'aide du schéma ci-dessus. Nous avons choisi de ne pas représenter la partie en rouge du schéma car elle n'est pas présente dans le kit de la pédale mis à notre disposition (avec cette partie, les performances seraient meilleures).

La simulation des lampes 12AU7 ne fonctionnant pas correctement, nous avons dû les remplacer par les 12AT7.



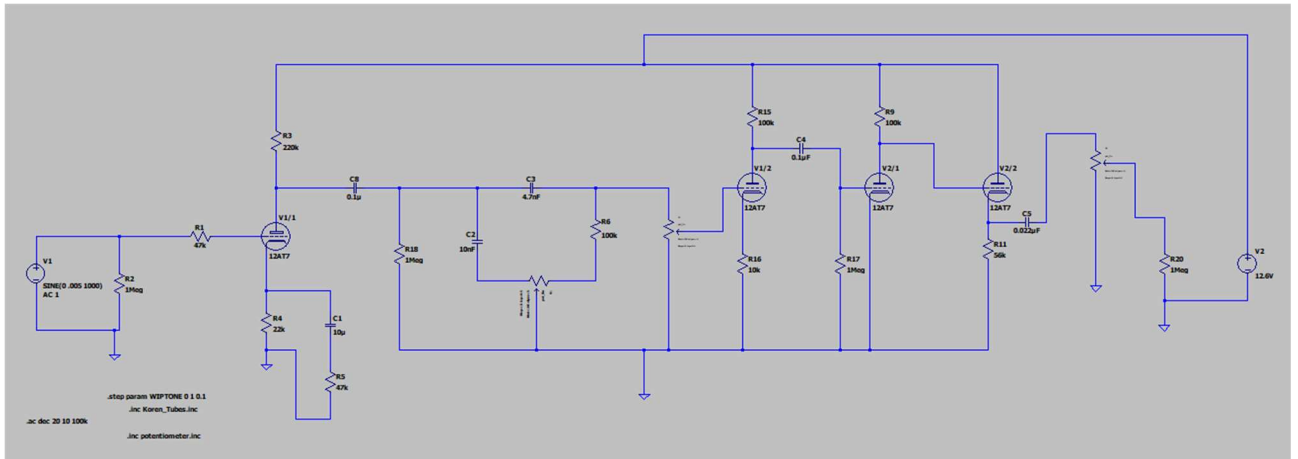


Figure 19: Schéma électronique LTSpice de la pédale Vanilla Overdrive

Ce modèle nous permet donc de connaître les caractéristiques de notre pédale tout en sachant que les gains simulés peuvent être plus élevés que les gains réels.

Nous avons ensuite analysé les sons transformés par la pédale. Nous avons pour cela utilisé la « transformée de Fourier » dans deux différents cas d'utilisation de la pédale. Une première avec une tension d'entrée de 5 mV et une autre avec une tension d'entrée de 1 V afin de saturer le signal.

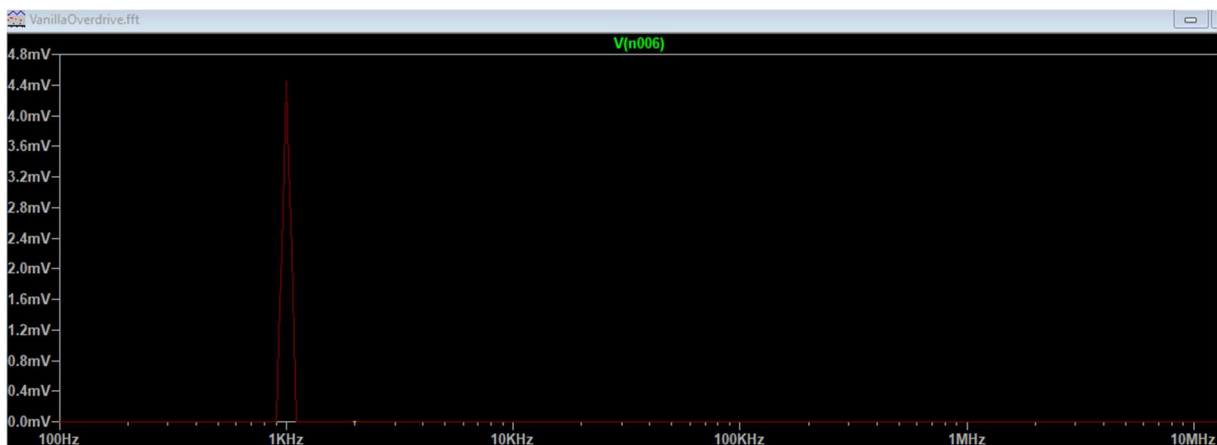


Figure 20: Transformée de Fourier sans saturation

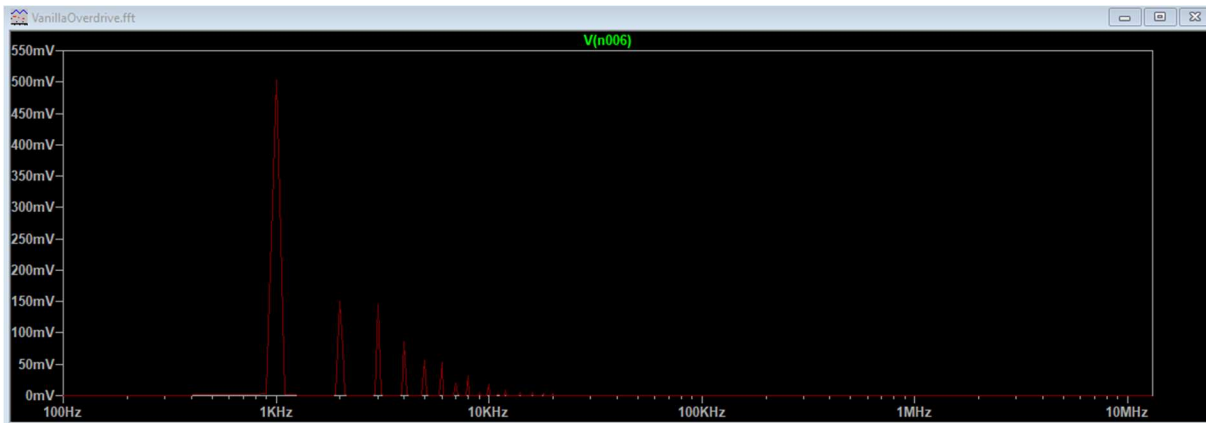


Figure 21: Transformée de Fourier avec saturation

On observe grâce à la première transformée de Fourier que la pédale nous renvoie un son pur.

Au contraire, lorsque le signal est saturé, la pédale renvoie également des harmoniques. Le son est modifié.

N'ayant pas pu terminer la construction de notre pédale, il serait intéressant de comparer notre simulation aux mesures, une fois celle-ci achevée.

### 3. Tomato Blaster

Dans un amplificateur à lampes, les doubles-triodes utilisées dans les étages de préamplification ont des caractéristiques différentes. Dans le Tomato Blaster c'est une double-triode 12AU7 qui est utilisée, cependant, comme dit précédemment, la simulation marche mieux avec une 12AT7.

Avec LTspice nous nous sommes intéressés à l'évolution du gain. Pour mieux comprendre les différents profils, nous avons ajusté les valeurs du potentiomètre de « Treble » (les fréquences aigues) et du potentiomètre de « Bass » (les fréquences basses). Pour une plage de fréquence allant de E2 à D6, nous avons simulé les amplitudes de sorties afin de calculer le gain.

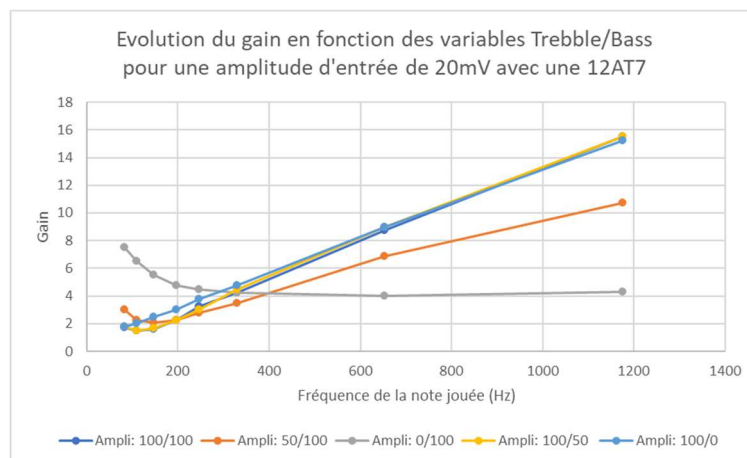


Figure 22: Simulation Tomato Blaster avec une 12AT7

Sur ce graphique, la légende est sous le format « Ampli : Treble/Bass ». Ainsi, en prenant la courbe orange comme exemple, nous avons « Ampli : 50/100 », c'est-à-dire que le potentiomètre de Treble est à 50% et que celui de Bass est à 100%.

Nous pouvons alors constater que de manière générale, le Tomato Blaster a plus de gain dans les aigues. Nous avons décidé de refaire une simulation en changeant la double-triode 12AT7 par une 12AX7 qui possède un facteur de gain plus élevé.

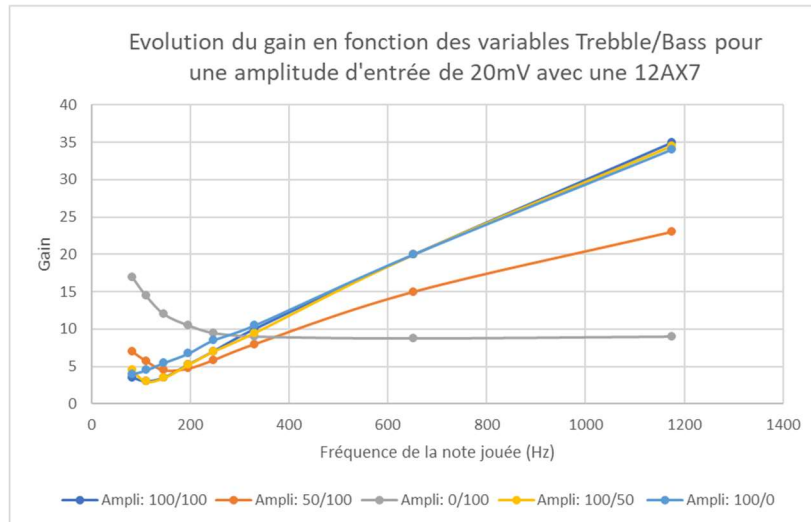


Figure 23: Simulation Tomato Blaster avec une 12AX7

Nous observons que les courbes présentent sensiblement les mêmes tendances qu'avec une 12AT7. Mais comme nous pouvions nous y attendre, le gain est ici plus élevé.

### C. Construction

#### 1. Prise en main des outils

Avant toute manipulation, il a fallu que nous nous initiions à l'utilisation des outils nécessaires à ce projet. Pour ce faire, nous sommes tous allés, petits groupes par petits groupes, assister à la formation que les techniciens de l'INSA dispensaient. Lors de cette initiation, nous avons appris à utiliser deux outils, le fer à souder et la perceuse à colonne.



Figure 25: Fer à souder



Figure 24: Perceuse à colonne

En ce qui concerne le fer à souder, aucune précaution particulière n'était nécessaire. Pour la perceuse à colonne nous avons dû revêtir des EPI adaptés, à savoir des gants et des lunettes de protection.

## 2. Étiquetage

A la réception du colis, la première étape a été de faire l'inventaire. Nous avons donc minutieusement vérifié la présence de la totalité des composants. Pour faciliter le montage, et pour ne pas faire d'erreur, nous avons étiqueté chacun des composants au vu des caractéristiques inscrites. Les résistances ont un code couleur qui les caractérise. Pour éviter de passer trop de temps au déchiffrement de celles-ci nous avons utilisé un ohmmètre.



Figure 26: Exemple d'étiquetage des composants

## 3. Montage du Tomato Blaster

Une fois l'inventaire et l'étiquetage terminés, nous avons pu passer à la construction. Pour commencer, nous avons monté le châssis. Ensuite, nous avons soudé les composants à la carte électronique. Dans cette étape, il faut suivre un plan de construction sans se précipiter.

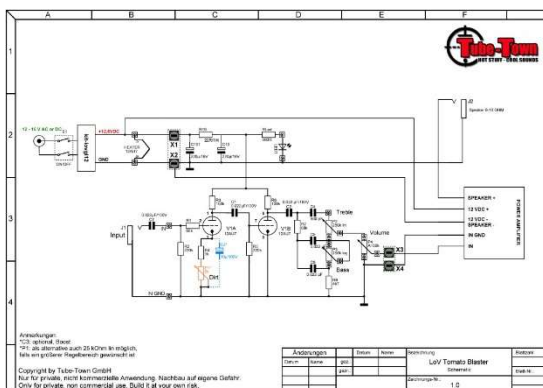


Figure 27: Plan de conception

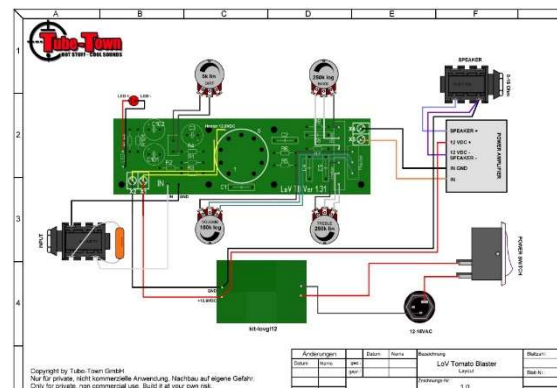


Figure 28: Plan de construction

Nous avons rencontré un contre-temps. En effet, deux résistances avaient des noms différents entre le plan de construction et le plan de conception. C'est le plan de conception qui nous a permis de trancher.

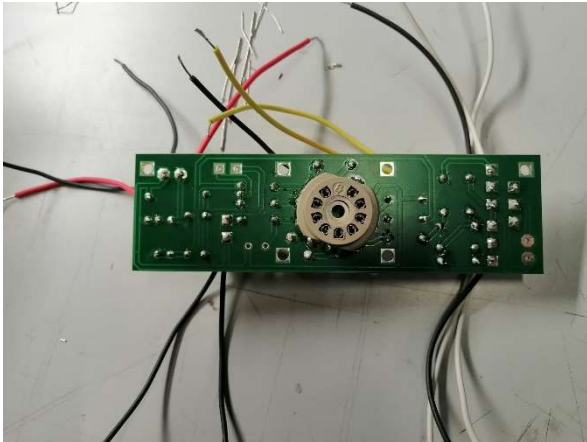


Figure 29: Exemple de soudure

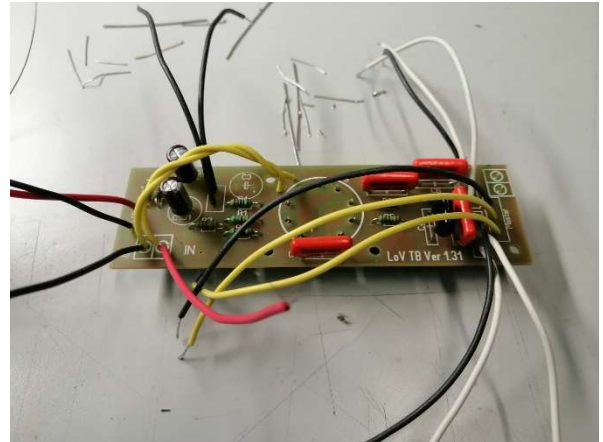


Figure 30: Exemple de câblage

Une fois tous les composants fixés, nous avons commencé le câblage, il s'agit ici de fixer chaque câble à la carte électronique de la manière la plus claire possible. Ici aussi nous avons rencontré un contre-temps. Sur le plan on utilise des fils bleus or, nous n'en avons pas. Nous avons donc utilisé une autre couleur, cela n'a aucun impact sur le fonctionnement cependant cela altère la lisibilité de la carte.

Nous avons donc continué la construction jusqu'à l'arrêt des cours en présentiel.

#### 4. Les conséquences du confinement sur les constructions

A partir du 16 mars, l'enseignement en présentiel a été suspendu. Dans la grande majorité des enseignements, nous avons pu nous adapter. Ici, ce fut plus difficile. En effet, la construction de notre amplificateur qui était la pièce clé de notre projet a été complètement remise en cause.

En l'état actuel, pour la Vanilla Overdrive, la majorité des résistances et des condensateurs ont été soudés à la carte électronique. Pour le Tomato Blaster, tous les composants ont été soudés à la carte électronique. Le câblage a été commencé. En effet, tous les câbles sont soudés à la carte électronique mais restent à souder sur les boutons, potentiomètres, DEL... Le châssis est monté mais la carte électronique n'y est pas encore fixée.

En plus de stopper les constructions, il est donc impossible de les tester et d'y effectuer des mesures. Les simulations n'ont pas pu être comparées aux mesures.

## Conclusions

Dans ce projet nous avons appris à utiliser un logiciel de modélisation : LTspice. Il nous a permis de concevoir un modèle théorique de l'amplificateur à lampes et de la pédale d'effet. Nous avons également appris à utiliser les outils élémentaires de construction électronique tels qu'un fer à souder et une perceuse à colonne. Le début de nos constructions respectives, le Tomato Blaster et la Vanilla Overdrive, nous a permis de nous doter d'une rigueur essentielle à ce genre de projet. La modélisation et la construction nous auront permis d'intégrer plus facilement de nouvelles connaissances. La situation nous a obligé à travailler à distance. De ce fait, nous avons ainsi perfectionné nos méthodes de travail de groupe afin de continuer à travailler de manière efficace.

Nous déplorons que la situation du confinement ne nous ait pas permis de terminer les constructions. Cependant, les enseignements suivis nous ont suffi à nous initier. Depuis ce projet, nous avons pu mettre à profit des techniques apprises, notamment la soudure.

La principale perspective de notre projet serait d'achever les constructions afin de pouvoir comparer les mesures aux simulations. Il serait intéressant de comparer nos amplificateurs et pédales analogiques à leurs homologues numériques.

## Bibliographie

*Tomato Blaster (engl)* [en ligne]. Tube Town, 2019 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : [https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato Blaster %28engl%29](https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato%20Blaster%28engl%29)

FORUM. *Ronflette sur Tomato Blaster (kit tube town)* [en ligne]. Audiofanzine, 2018 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : <https://fr.audiofanzine.com/tete-d-ampli-guitare-hybride/tube-town/tomato-blaster/forums/t.667274,ronflette-sur-tomato-blaster-kit-tube-town.html>

PATRICE. *Les amplificateurs à lampe* [en ligne]. Solfege, 2019 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : <https://www.solfege.org/amplificateurs-a-lampe/>

GUILLAUME DEVAUX. *Comment fonctionne un ampli à lampes : explications simples* [en ligne]. Le blog qui gratte, 2011 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : <https://www.leblogquigratte.fr/2011/11/04/comment-fonctionne-un-ampli-a-lampe-explications-simples/>

ADMIN. *Qu'est-ce qu'un amplificateur à lampes ? Histoire, avantages, inconvénients* [en ligne]. My music teacher, 2015 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <https://blog.mymusicteacher.fr/materiel/amplificateur/quest-ce-quun-amplificateur-a-lampes/>

JEAN NOEL REGIS. *Construction d'un ampli à lampes* [en ligne]. Guitare passion free, 2010, 2011 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : [http://guitare.passion.free.fr/ampli\\_lampes\\_inr/ampli\\_lampes1.htm](http://guitare.passion.free.fr/ampli_lampes_inr/ampli_lampes1.htm)

BURNDAY. *[Théorie] Les tubes pour les nuls* [en ligne]. Tellement nomade, 2015 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <http://www.tellementnomade.org/theorie-les-tubes-pour-les-nuls/#more-14727>

ADMIN. *Tout savoir sur les lampes* [en ligne]. Forum guitare, 2018 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <https://blog.forum-guitare.fr/tout-savoir-sur-les-lampes/>

FORUM. *Comment fonctionne un ampli à lampe* [en ligne]. Partoch, 2007 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : [https://www.partoch.com/forum/post\\_700708,comment+fonctionne+un+ampli+lampe.htm](https://www.partoch.com/forum/post_700708,comment+fonctionne+un+ampli+lampe.htm)

WIKIPEDIA. *Amplificateur pour guitare électrique* [en ligne]. Wikipédia, 2007, 2020 [consulté le 17 avril 2020]. Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur\\_pour\\_guitare\\_%C3%A9lectrique#L.27ampli\\_.C3.A0\\_lampes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur_pour_guitare_%C3%A9lectrique#L.27ampli_.C3.A0_lampes)

WIKIPEDIA. *Diode* [en ligne]. Wikipédia, 2002, 2020 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Diode>

WIKIPEDIA. *Triode (électronique)* [en ligne]. Wikipédia, 2004, 2020 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Triode\\_\(%C3%A9lectronique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Triode_(%C3%A9lectronique))

WIKIPEDIA. *Tétrode* [en ligne]. Wikipédia, 2005, 2019 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9trode>

WIKIPEDIA. *Pentode* [en ligne]. Wikipédia, 2005, 2019 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pentode>

WIKIPEDIA. *Tétrade à faisceau dirigé* [en ligne]. Wikipédia, 2004, 2018 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9trode\\_%C3%A0\\_faisceau\\_dirig%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9trode_%C3%A0_faisceau_dirig%C3%A9)

WIKIPEDIA. *Electronique/Les amplificateurs électriques* [en ligne]. Wikipédia, 2018, 2020 [consulté le 17 avril 2020]. Disponible sur :

[https://fr.wikibooks.org/wiki/%C3%89lectronique/Les\\_amplificateurs\\_%C3%A9lectriques](https://fr.wikibooks.org/wiki/%C3%89lectronique/Les_amplificateurs_%C3%A9lectriques)

WIKIPEDIA. *Tube électronique* [en ligne]. Wikipédia, 2004, 2019 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Tube\\_%C3%A9lectronique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tube_%C3%A9lectronique)

WIKTIONARY. *Pliotron* [en ligne]. Wiktionnaire, 2017 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://fr.wiktionary.org/wiki/pliotron>

FORUM. *[Tutoriel] Fabriquer un petit ampli à lampes typé US* [en ligne]. Forum guitare, 2013, 2016 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur : <https://www.forum-guitare.fr/viewtopic.php?t=40642>

JACQUELINE73. *Construire son ampli à tubes ?* [en ligne]. Passion hifi vintage, 2011 [consulté le 16 avril 2020]. Disponible sur :

<https://passionhifivintage.wordpress.com/2011/12/08/generalites/>

INCROYABLES EXPERIENCES. *Tout sur les amplificateurs audios* [vidéo en ligne]. Youtube, 09/01/2016 [consulté le 19 avril 2020]. 1 vidéo, 18 min :

[https://www.youtube.com/watch?v=bRGRYZX\\_AT4](https://www.youtube.com/watch?v=bRGRYZX_AT4)

DENIS MUSIQUE. *Lampes vs transistors* [vidéo en ligne]. Youtube, 28/05/2019 [consulté le 19 avril 2020]. 1 vidéo, 6 min :

<https://www.youtube.com/watch?v=ffrr5li4VEw>

AUDIO ET RADIO A TUBES. *19-Construction d'un premier ampli à tubes* [vidéo en ligne]. Youtube, 04/08/2019 [consulté le 19 avril 2020]. 1 vidéo, 31 min :

<https://www.youtube.com/watch?v=yOEjkNeelhA>

WIKIPEDIA. *Audio Power Amplifier* [en ligne]. Wikipédia, 2002, 2020 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

[https://en.wikipedia.org/wiki/Audio\\_power\\_amplifier](https://en.wikipedia.org/wiki/Audio_power_amplifier)

WIKIPEDIA. *12AU7* [en ligne]. Wikipédia, 2006, 2019 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://en.wikipedia.org/wiki/12AU7>

WIKIPEDIA. *12AX7* [en ligne]. Wikipédia, 2004, 2020 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://en.wikipedia.org/wiki/12AX7>

WIKIPEDIA. *ECC83* [en ligne]. Wikipédia, 2005, 2019 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/ECC83>

SWEETWATER. *Dual-Triode Tube* [en ligne]. Sweetwater, 2015 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://www.sweetwater.com/insync/dual-triode-tube/>

ELEVES. *3)Les étages de l'amplification* [en ligne]. TPE guitare électrique, 2012, 2012 [consulté le 19 avril 2020]. Disponible sur :

<https://tpeguitarelectrique.wordpress.com/le-fonctionnement-de-lamplification-dune-guitare-electrique/3-les-etages-de-lamplification/>



# Annexes

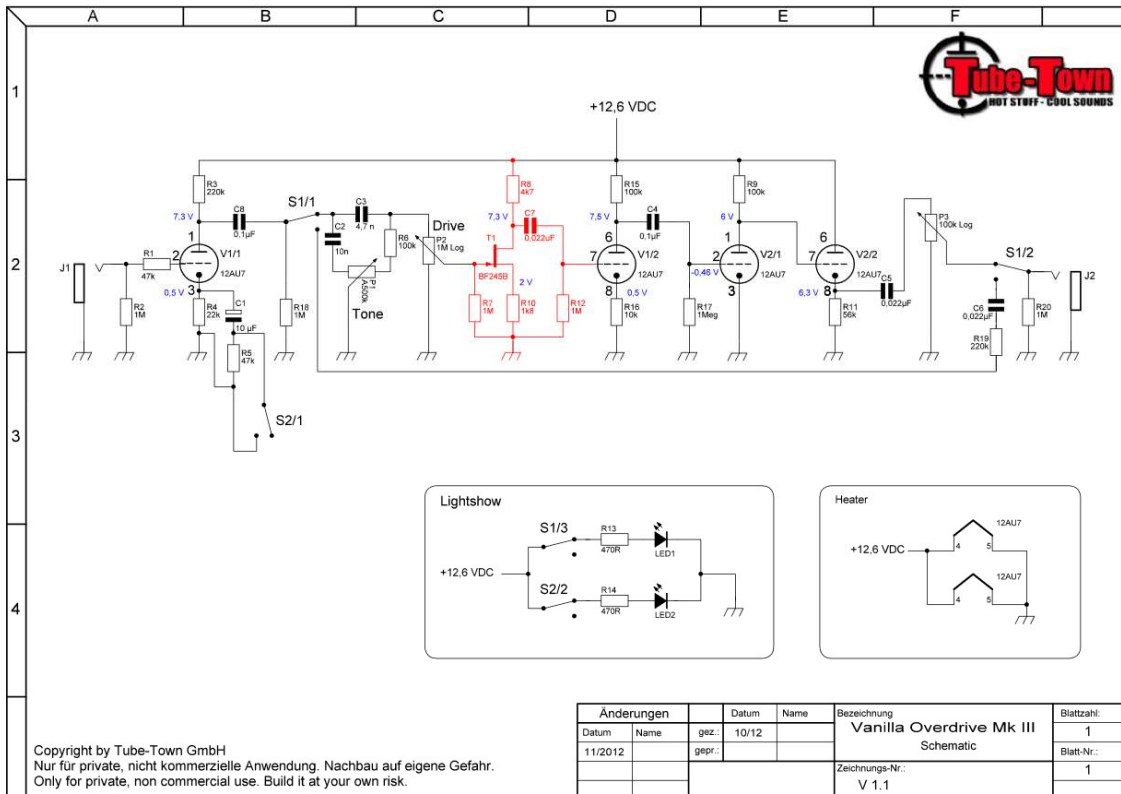


Figure 31: Plan de conception de la Vanilla Overdrive

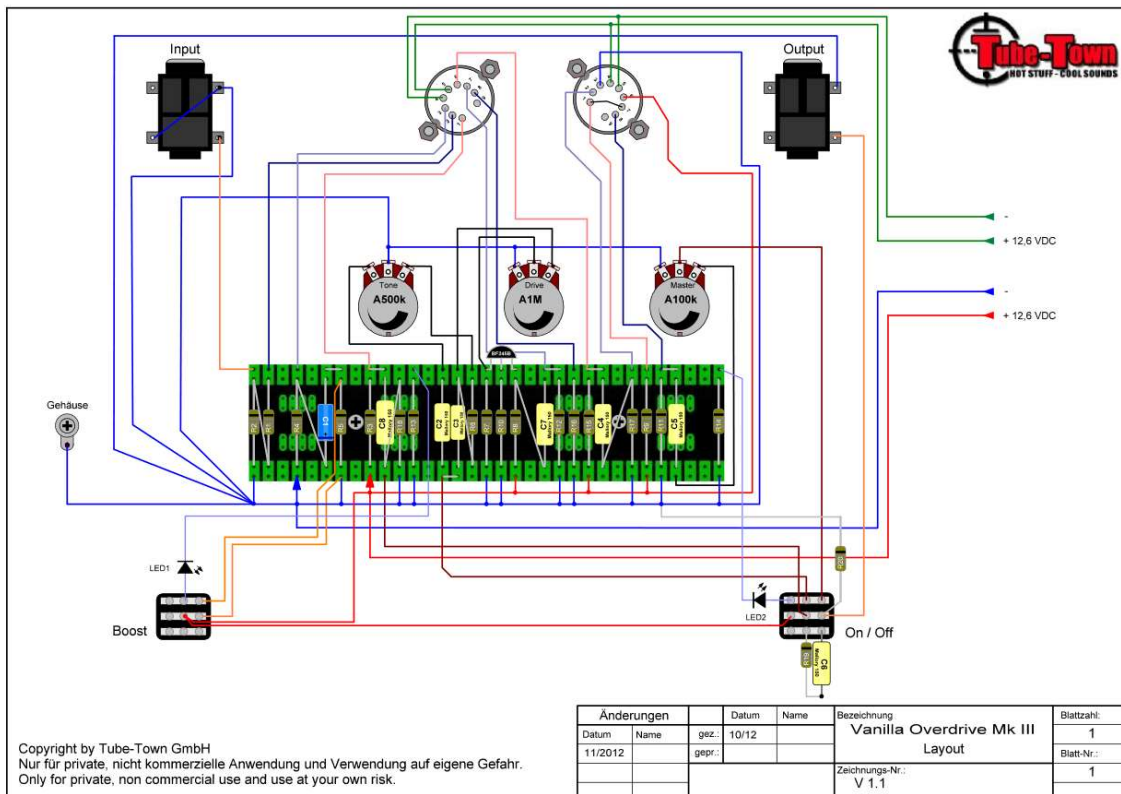


Figure 32: Plan de construction de la Vanilla Overdrive

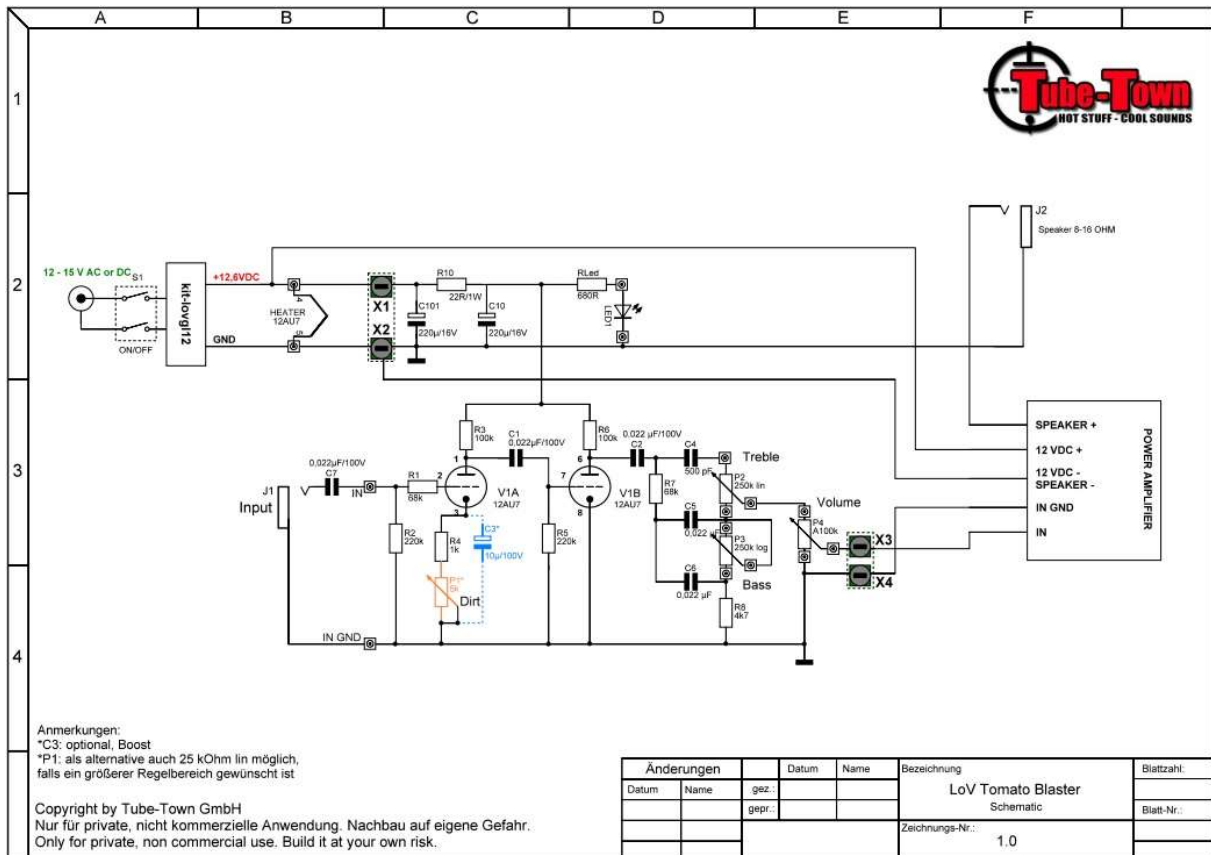


Figure 33: Plan de conception du Tomato Blaster

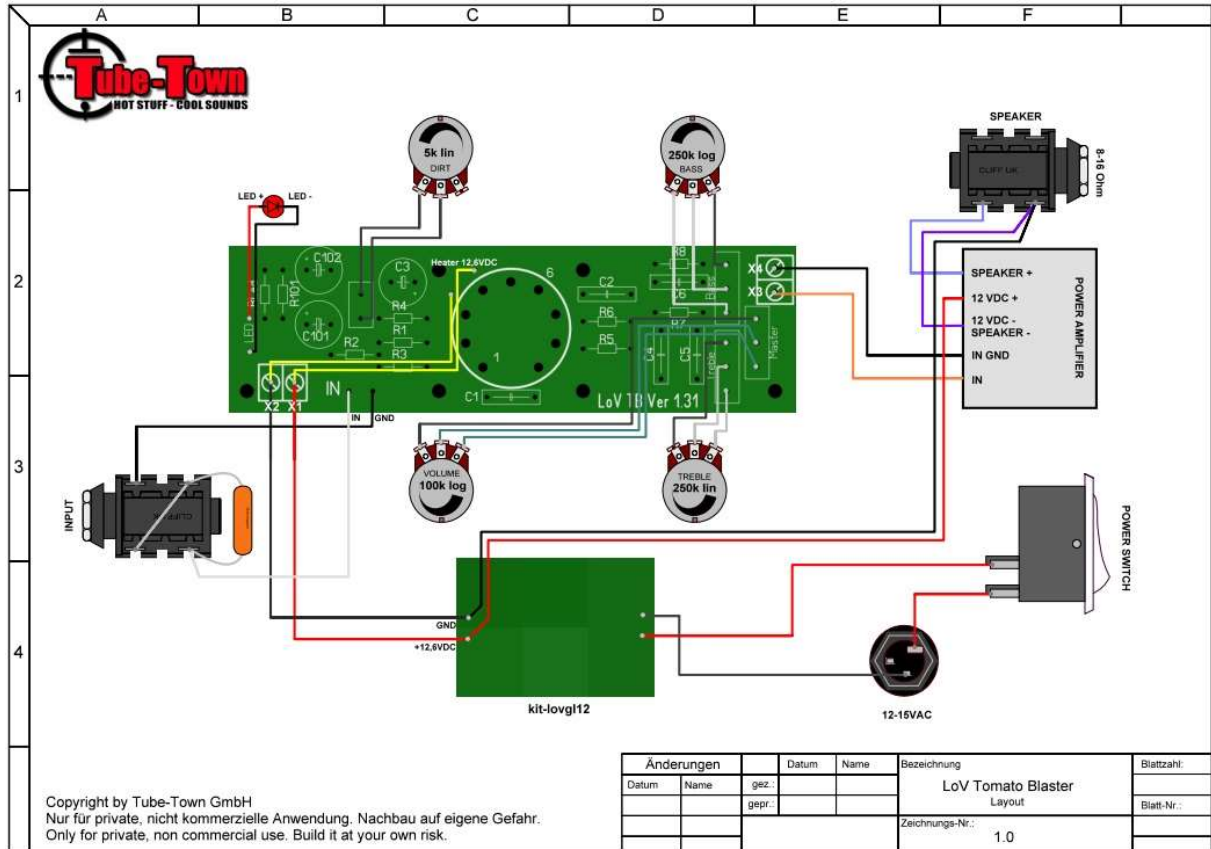


Figure 34: Plan de construction du Tomato Blaster