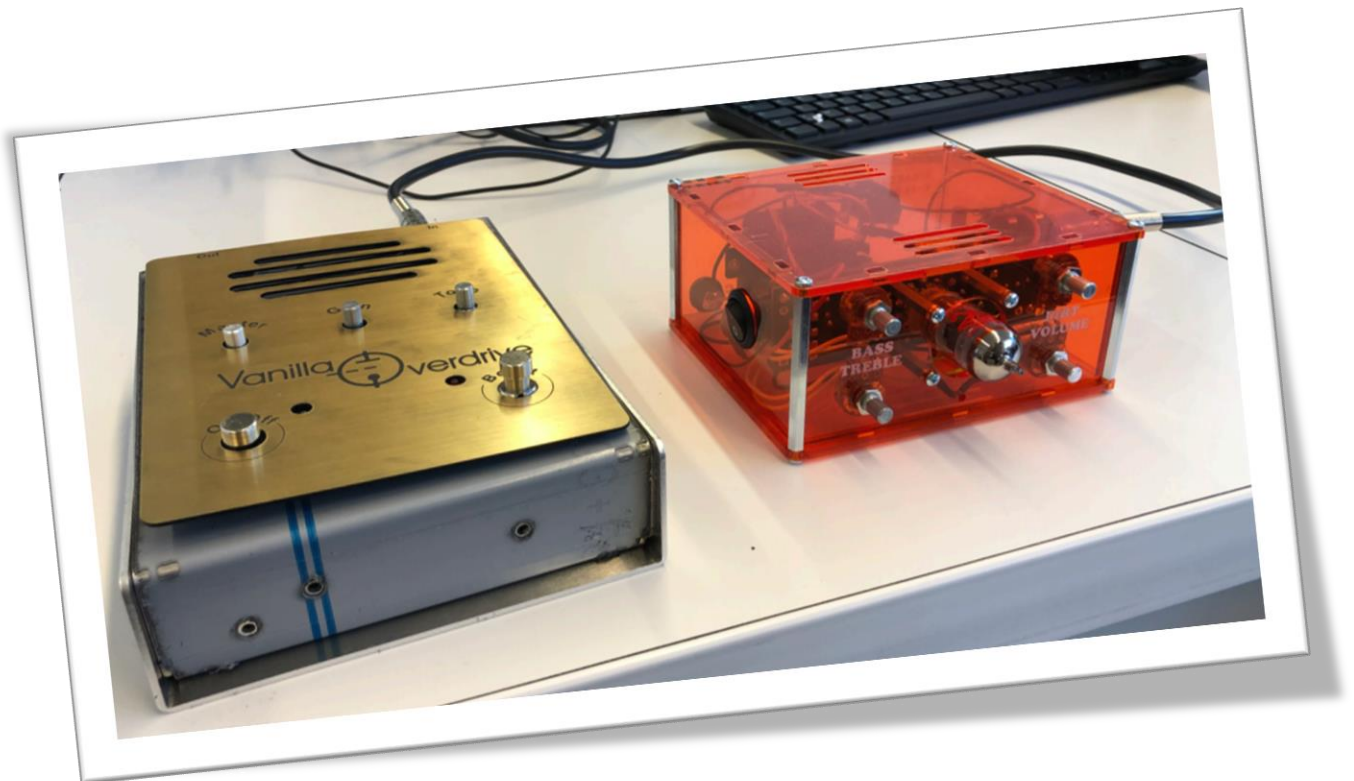


## **PEDALE DE SON ET AMPLIFICATEUR A LAMPE POUR GUITARE : CONSTRUCTION ET TESTS**



**Etudiants :**

Aurélien BESSON

Kenan DU

Elise SOUVANNAVONG

Yizhe WANG

Tra BUI

**Enseignant-responsable du projet :**

Richard GRISEL

*Cette page est laissée intentionnellement vierge.*

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mr Grisel, qui nous a permis de réaliser ce projet. Il s'est montré très libre sur la sélection du sujet et s'est assuré que nous travaillons sur quelque chose qui nous intéresse. C'était avec un grand plaisir que nous nous rendions à chaque séance de P6.

Nous tenons aussi à remercier les techniciens : Mme Hélène Rade, Mr Pascal Williams et Mr Michael Jolly, grâce à qui nous avons pu utiliser les différents équipements. Et encore plus particulièrement à Mme Hélène Rade qui nous a appris à souder.

Enfin merci à l'INSA Rouen de nous permettre de réaliser des projets en groupes sur des sujets aussi variés et de nous donner la possibilité de choisir ce qui nous intéresse vraiment.

Date de remise du rapport : **12/06/2021**

Référence du projet : **STPI/P6/2021 – 43**

Intitulé du projet : ***Pédale d'effets et amplificateur à lampe : construction et tests***

Type de projet : ***Expérimental***

Objectifs du projet :

***Notre projet P6 consistait en la construction de l'amplificateur "Tomato Blaster" et de la pédale "Vanilla Overdrive", tous deux achetés en kits et récupérés du groupe d'étudiants de P6 de l'année dernière.***

***Nous avons aussi pour objectif de réaliser une série de tests sur l'amplificateur et la pédale afin de vérifier leur bon fonctionnement.***

Mots-clefs du projet : ***Amplificateur à lampe, Tomato Blaster, Pédale de son, Vanilla Overdrive***

## TABLE DES MATIERES

<b>I. Introduction</b>	<b>6</b>
<b>II. Méthodologie et Organisation du travail</b>	<b>7</b>
<b>III. Travail réalisé et résultats</b>	<b>8</b>
A. Construction et assemblage	8
1) <i>Travail préparatoire</i>	8
2) <i>Finition de l'amplificateur Fender</i>	9
3) <i>Construction du Tomato Blaster</i>	10
4) <i>Construction de la Vanilla Overdrive</i>	12
B. Test du matériel	13
1) <i>Méthodologie des tests</i>	13
2) <i>Test sur le Tomato Blaster</i>	13
3) <i>Test sur la Vanilla Overdrive</i>	17
<b>IV. Conclusions et perspectives</b>	<b>18</b>
<b>V. Bibliographie</b>	<b>19</b>
<b>VI. Annexes</b>	<b>19</b>
A. Schémas de montages de la Vanilla overdrive :	19
B. Schémas de montages du Tomato Blaster :	20

## I. INTRODUCTION

Le début du XIXème siècle marque un tournant dans l'approche de la musique, et plus particulièrement dans la sonorisation des instruments. En 1906, avec l'invention du premier amplificateur électronique à lampe et quelques années plus tard, en 1909, de la première guitare électrique, les instruments sont sonorisés directement et non repris par un micro. Grâce à ces nouvelles technologies, la guitare électrique devient de plus en plus présente dans les différents styles musicaux. Pour alors se démarquer des autres, les musiciens vont chercher à développer de nouveaux sons en utilisant des amplificateurs et pédales d'effets. L'amplificateur à lampe a pour fonction d'amplifier les sons émis par la guitare en développant des sonorités chaudes avec un son rond, très caractéristique des amplificateurs à lampe. La pédale d'effets à lampe, branché entre la guitare et l'amplificateur, va quant à elle permettre au guitariste de modeler son son, c'est-à-dire d'augmenter le gain, la distorsion, le volume, la tonalité etc. La combinaison de l'amplificateur et de la pédale d'effets permet d'obtenir une palette de sonorités quasiment infinie, et chaque guitariste peut développer le son qui lui correspond.

Au travers de ce projet P6 expérimental, nous avons construit et étudié le fonctionnement d'un amplificateur à lampe, le Tomato Blaster et d'une pédale d'effets, la Vanilla Overdrive. Ce projet s'inscrit dans la continuité du projet de l'année dernière, interrompu à cause des mesures sanitaires dues à la COVID-19. Nous avons donc achevé le travail entrepris par les élèves de l'année dernière, pour ensuite, une fois achevé, tester le matériel, afin de s'assurer du bon fonctionnement de notre amplificateur à lampe et de notre pédale de son.

## II. METHODOLOGIE ET ORGANISATION DU TRAVAIL

Après un inventaire précis et complet, nous avons divisé notre travail en deux sous-groupes de 3 étudiants. Elise Souvannavong et Trà Bui ont travaillé sur la Vanilla Overdrive et Kenan Du, Aurélien Besson et Yizhe Wang sur le Tomata Blaster ainsi que sur les finitions d'un amplificateur Fender. Nous avons cependant adopté la même méthodologie : commencer par lire et comprendre les plans, puis souder nos composants sur la carte électronique, ensuite câbler tous les composants entre eux (comme les interrupteurs, les potentiomètres, les ports jacks d'entrée, etc.) et enfin, une fois les circuits électriques achevés, nous avons monté tous les éléments sur les supports pour former l'objet final. Nous avons terminé par faire des tests sur les circuits électriques afin de s'assurer du bon fonctionnement de nos appareils.

Le travail a été mis en commun afin de tester le fonctionnement synchrone de la pédale et de l'amplificateur, puis nous avons rédigé le rapport et réalisé le poster.

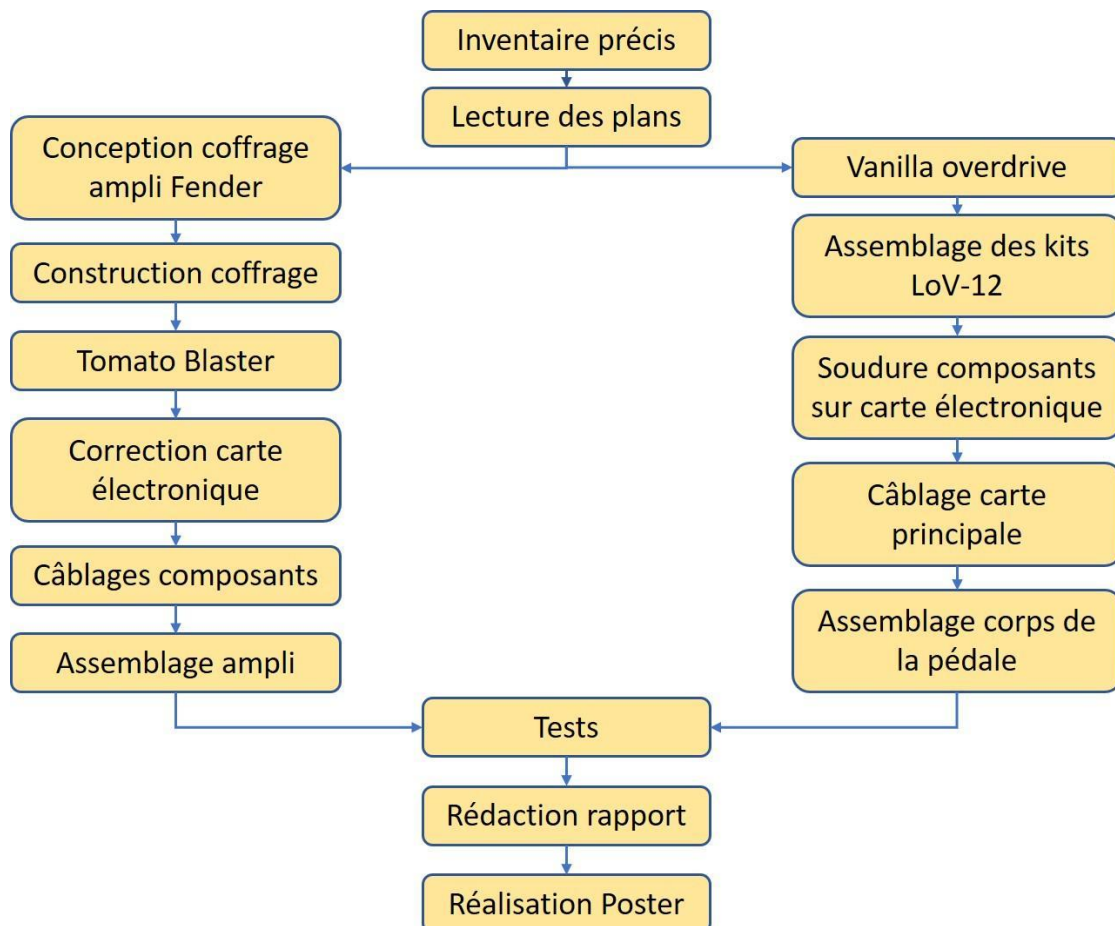


Figure 1 : Organigramme

### III. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

#### A. Construction et assemblage

##### 1) *Travail préparatoire*

Comme énoncé précédemment, nous avons repris le travail inachevé des étudiants de l'année dernière. Pour s'organiser au mieux et avancer au plus vite, une partie importante de notre travail a donc été de réaliser un inventaire précis et rigoureux des éléments que nous avons à disposition. Nous avons fait la liste, classé, nommé et pris en photo tous les composants du Tomato Blaster ainsi que de la Vanilla Overdrive afin de s'assurer qu'ils étaient tous présents. Nous avons également fini de monter, régler et accorder la guitare électrique inachevée des étudiants de l'année dernière.

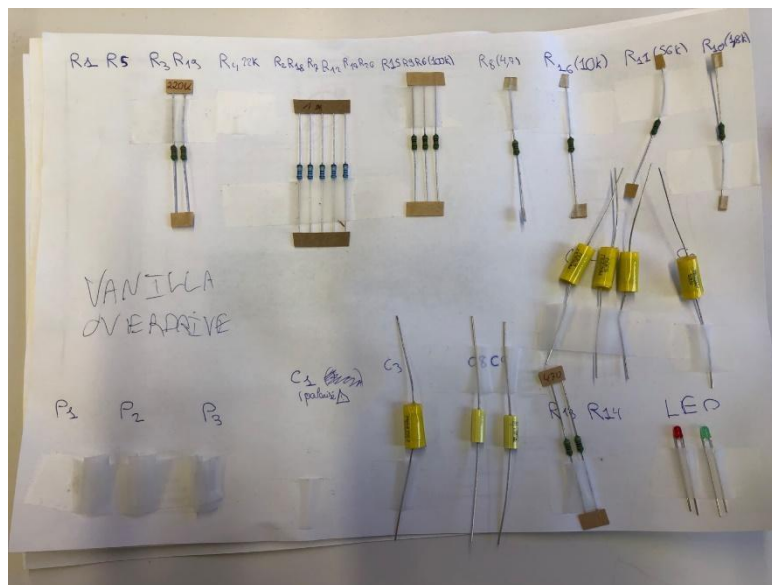


Figure 2 : Etiquetage des composants de la Vanilla Overdrive

Nous avons aussi fait l'inventaire et testé toutes les lampes, qui sont essentielles au fonctionnement des amplificateurs et pédales. Il fallait être précautionneux et ne pas toucher les lampes avec les doigts car cela les endommage. Lors de cette étape, nous avons dû lire et comprendre les plans électroniques des différents amplificateurs et pédales pour savoir quelle lampe allait avec quel amplificateur ou pédale. En plus d'apprendre à faire un inventaire exhaustif, cette partie a été enrichissante car nous avons appris à lire un plan électronique, repérer les différents composants électroniques qui y figurent et compris le fonctionnement d'une lampe.



Une fois que nous nous sommes assurés que tous les éléments étaient présents, nous avons bénéficié d'une courte formation à la soudure par un technicien de l'INSA. En effet, en raison du nombre très important de soudures à réaliser sur les cartes électroniques pour assembler les composants entre eux, il était nécessaire de savoir souder de manière efficace et précise. Une soudure de bonne qualité est essentielle pour éviter les faux contacts, les courts circuits et la désolidarisation des composants. Nous avons tous remarqué qu'au fur et à mesure des séances, nos compétences en soudure se sont grandement améliorées. C'est en faisant que nous avons le plus appris.

## 2) *Finition de l'amplificateur Fender*

Avant de débiter la construction du Tomato Blaster, nous avons consacré plusieurs séances à faire les finitions d'un amplificateur à lampe Fender Music Master. En effet, l'amplificateur était fonctionnel mais ni transportable, ni esthétique. Nous avons donc réalisé un coffrage pour ce dernier. Il a fallu concevoir un boîtier pratique, transportable, joli et surtout démontable car le matériel de musique que nous avons construit lors de ce projet est avant tout à visée pédagogique. Il est important d'avoir accès aux circuits afin de pouvoir faire des tests et des études dessus. Ce travail nous a permis de découvrir deux facettes du travail de l'ingénieur. D'abord, il y a eu une phase de conception du produit : il nous fallait trouver une solution concrète, avec un schéma pour ne pas oublier d'une séance à l'autre, afin d'avoir le meilleur coffrage possible et qui réponde à nos contraintes. Ensuite nous avons réalisé et produit cette solution, en construisant notre coffrage en bois. A petite échelle, ce travail a été formateur dans notre cursus visant à devenir ingénieur. Nous avons également appris à utiliser les outils à usiner le bois : perceuse, scie sauteuse, scie à bois, colle et pâte à bois...

En ajoutant une poignée sur notre coffrage, nous étions satisfaits car notre amplificateur répondait à toutes nos contraintes : le coffrage était esthétique, bien réalisé, transportable, facilement démontable et on pouvait avoir accès aux circuits électroniques ainsi qu'à la lampe facilement.



Figure 3 : Coffrage de l'amplificateur Fender Music Master

### 3) **Construction du Tomato Blaster**

La deuxième étape, et la principale, de notre travail sur ce projet de physique, était de construire l'amplificateur à lampe Tomato Blaster. Pour ce faire, nous ne partions pas de rien. En effet, les composants étaient tous présents car l'amplificateur vient d'un kit complet et nous avons récupéré la carte électronique déjà partiellement montée des étudiants de l'année dernière. Nous avons cependant dû opérer quelques modifications et ajustements : des condensateurs n'étaient pas soudés à la bonne place, il a donc fallu les dessouder et replacer ; quelques fils électriques n'étaient pas assez longs pour réaliser le montage final ; certains câblages manquaient etc. Néanmoins le câblage et le montage de tous les éléments représentaient la part la plus importante du travail. Nous avons donc, grâce au schéma de montage du constructeur (*cf. annexe 3*), raccordé tous les composants entre eux : les interrupteurs, les potentiomètres, l'amplificateur, les entrées et sorties Jack, la carte électronique etc. Cette étape a été assez longue car nous n'étions pas très familiarisés avec les soudures électroniques et il a fallu apprendre à être efficace pour les réaliser.

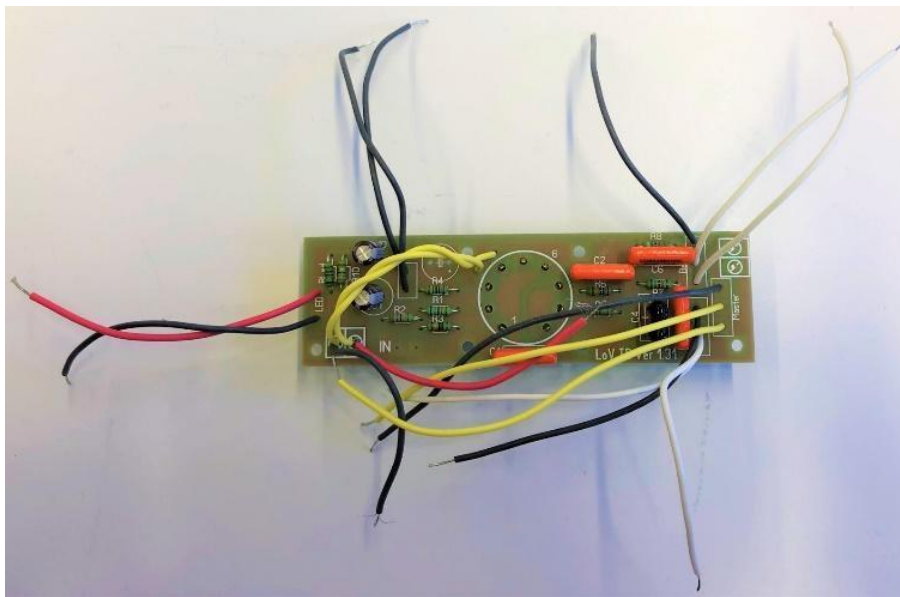
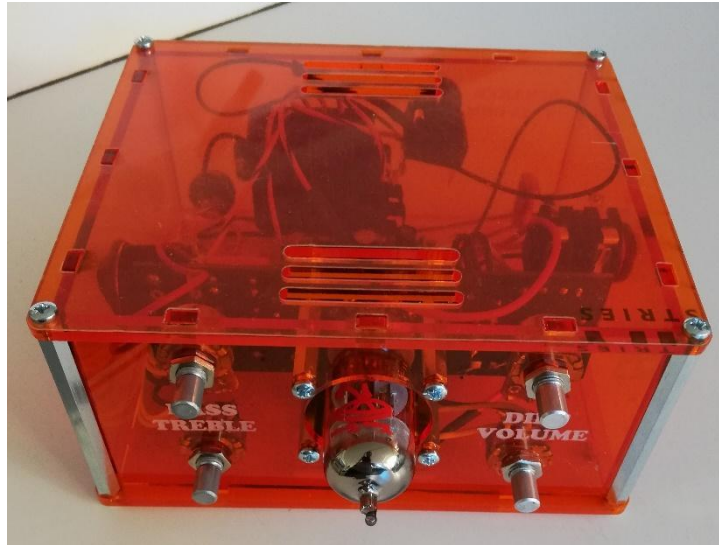


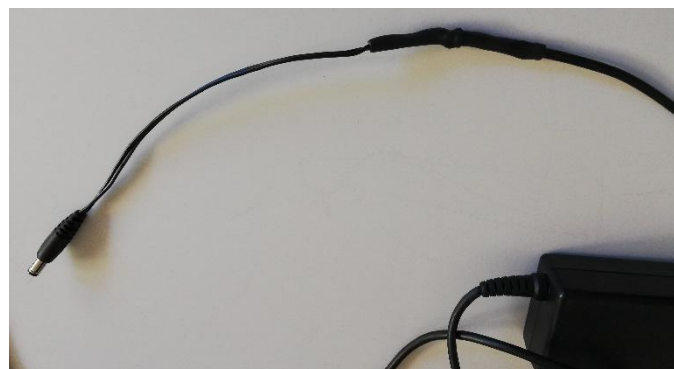
Figure 4 : Carte électronique récupérée de l'année dernière

Une fois les soudures de tous les composants réalisés, nous avons intégré tous les éléments dans le boîtier support. Pour nous aider, nous avons accès à quelques photos du Tomato Blaster monté par le constructeur. Pour avoir un rendu propre et fixe, tous les composants ont été vissés sur le boîtier et maintenus en position grâce à des entretoises. Cependant il fallait être minutieux et précis car tout le montage a été réalisé dans un boîtier de petite taille Qui devait contenir les nombreux composants



*Figure 5 : Tomato Blaster final assemblé*

Le Tomato Blaster a besoin d'une alimentation d'entrée continue ou alternative de 15V. Nous ne possédons pas le transformateur d'alimentation dont nous avons besoin, avec un port d'entrée correspondant à la prise femelle d'alimentation de notre circuit. Nous avons donc adapté un câble ayant la bonne tête d'alimentation avec un transformateur délivrant les 15V en les soudant et recouvrant d'une gaine thermique. Notre câble d'alimentation était ainsi prêt et délivrait 15V au Tomato blaster à partir d'un branchement sur le secteur. Le Tomato Blaster est donc un amplificateur polyvalent qui peut fonctionner sur n'importe quelle prise secteur.

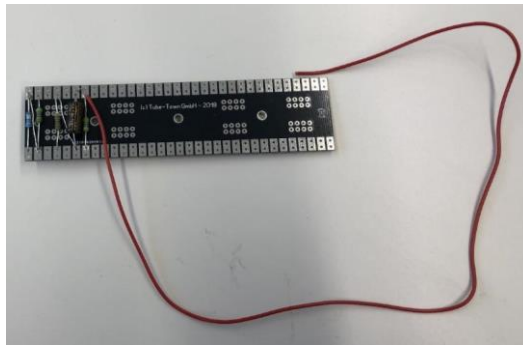


*Figure 6 : Alimentation adaptée*

Cependant, pour fonctionner, le circuit électronique de l'amplificateur nécessite un courant continu de 12,6V. Pour convertir notre entrée alternative de 15V en courant continu de 12,6V, nous avons monté une carte circuit d'alimentation, composée de plusieurs condensateurs et résistances, convertissant le signal voulu.

#### 4) **Construction de la Vanilla Overdrive**

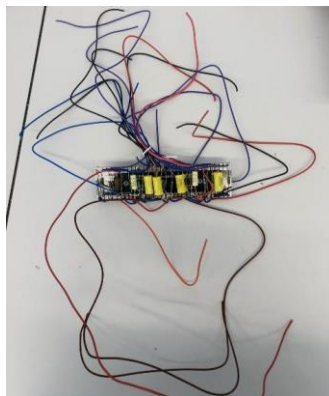
Pour la construction de la pédale Vanilla Overdrive nous avons repris le travail de l'année précédente. En raison des mesures de confinement, les étudiants n'ont cependant eu le temps que de faire l'inventaire. Il restait ainsi à faire les soudures de tous les composants sur la carte électronique ainsi que le montage de la pédale sur son boîtier.



*Figure 7 : Carte principale récupérée du groupe de l'année dernière*

Dans cette étape, nous avons effectué les assemblages selon les instructions du plan de construction (*cf. Annexe 1*). Au début, les soudures que nous réalisons n'étaient pas belles et soignées, la technique était maladroite et limitée. Par la suite les séances de pratique nous ont permis d'améliorer notre technique de soudage. Ce travail demandait du soin et de la minutie car les soudures étaient petites et nombreuses. S'il y avait une petite erreur, il fallait passer plus de temps pour la dessouder et la corriger. En fait, nous avons rencontré ce problème à plusieurs reprises dès les premières séances. Nous avons donc perdu beaucoup de temps pour corriger nos erreurs. Les erreurs pouvaient causer des courts circuits, c'est pour cela qu'il était très important de les corriger.

En parallèle du montage de la carte nous avons travaillé sur les autres composants et nous avons commencé l'installation dans le châssis. Cependant le châssis a été commandé bien plus tard et nous nous sommes donc retrouvés à deux séances de la fin du projet sans avoir pu le finir. Heureusement nous avons pu venir en dehors des créneaux de projet pour terminer la pédale dans les temps.



*Figure 8 : Exemple de soudure sur la pédale*

## **B. Test du matériel**

### **1) Méthodologie des tests**

Une fois notre amplificateur et notre pédale de son construits nous avons dû les essayer. Pour ce faire, nous avons procédé à deux types de tests :

- Les tests électriques pour vérifier le bon fonctionnement de tous les composants, l'absence de courts circuits et nous assurer que le circuit électrique soit fermé et complet. Ces tests ont été réalisés grâce à un voltmètre que nous plaçons aux bornes des différents composants pour mesurer la tension reçue et transmise. Nous avons principalement réalisé ces tests sur le circuit de l'alimentation.
- Les tests de signaux. Ils consistaient en la simulation d'un signal d'entrée et l'objectif était de vérifier le long des composants que le signal était bel et bien transmis et qu'au niveau de la lampe, des potentiomètres et de l'amplificateur le signal était bien amplifié. Ces tests ont été faits à l'aide d'un oscilloscope et d'un générateur de tension.

Afin d'être rigoureux dans nos essais, nous les avons réalisés en suivant le sens de circulation du courant électrique dans le circuit.

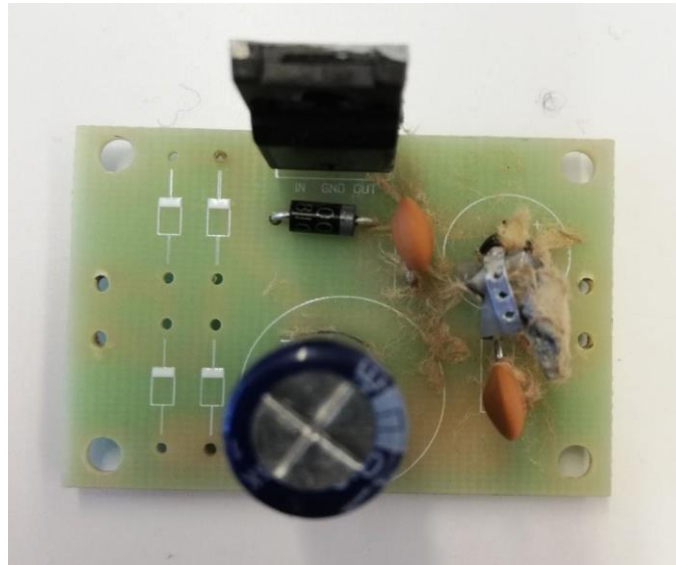
### **2) Test sur le Tomato Blaster**

Nous avons tout d'abord testé le bon fonctionnement de l'alimentation du Tomato Blaster.

A l'aide du voltmètre et en branchant notre câble sur le secteur, nous nous sommes assurés que notre câble bricolé délivrait bien 15V alternatif. C'était le cas alors nous avons pu procéder aux tests de l'alimentation.

En règle générale, avant de tester nos circuits et de les mettre sous tension, nous vérifions avec notre professeur référent M. Grisel que tous les branchements étaient corrects et que les composants étaient bien placés. Cependant, cette fois-ci nous avons mis sous tension notre circuit d'alimentation sans vérifier les branchements et la carte électronique nous a explosé dans les mains dès que nous l'avons branchée sur le secteur ! Après analyse avec le professeur de ce qui s'était passé, nous nous sommes rendu compte que nous avons branché l'entrée du circuit d'alimentation sur la sortie. Le condensateur de sortie, devant normalement recevoir une tension de 12.6V, a reçu toute la tension d'entrée de 15V et comme c'est un condensateur chimique, il a explosé ! Nous avons eu de la chance de ne pas nous blesser avec par exemple un projectile dans l'œil. Mais nous avons dû recommencer tout notre travail sur le circuit d'alimentation car les composants étaient endommagés. Cette erreur de manipulation, en plus d'être dangereuse, nous a été chronophage. Cependant, nous avons

maintenant appris qu'avant chaque mise en tension d'un circuit électronique, il faut vérifier précautionneusement tous les branchements.



*Figure 9 : Alimentation endommagée et inutilisable*

Après avoir refait une alimentation, nous avons pu tester tout le circuit et s'assurer qu'il fonctionnait bien.

Nous avons donc poursuivi avec les tests de signal sur le Tomato Blaster, dans un premier temps sans brancher l'amplificateur. Nous avons simulé une guitare en fonctionnement en branchant sur le port d'entrée jack de l'amplificateur un générateur de courant sinusoïdal délivrant 100 mV crête-crête à 500Hz.

Le but était de vérifier sur un oscilloscope qu'après chaque élément du circuit de l'amplificateur, le signal était transmis et que le sous ensemble remplissait sa fonction (augmenter le gain du signal, amplifier le signal etc.). Dès le port d'entrée, nous avons observé une absence du signal due à un condensateur mal placé. Notre circuit n'étant pas fermé et le signal ne se propageait pas. Nous avons donc dessoudé et replacé correctement ce condensateur.

Une fois le problème résolu, nous avons poursuivi les tests sur le reste du circuit. A l'entrée de la lampe sur la broche n°2 (voir circuit électrique Tomato Blaster Annexe n°4), nous avons bien un signal de 100 mV correspondant au signal d'entrée délivré.

Sur la broche n°1, nous avons un signal de 150 mV en opposition de phase par rapport à l'entrée. Ces valeurs étaient cohérentes : le premier étage de la lampe a amplifié légèrement le signal et mis en opposition de phase les signaux d'entrée et de sortie du premier étage de la triode.

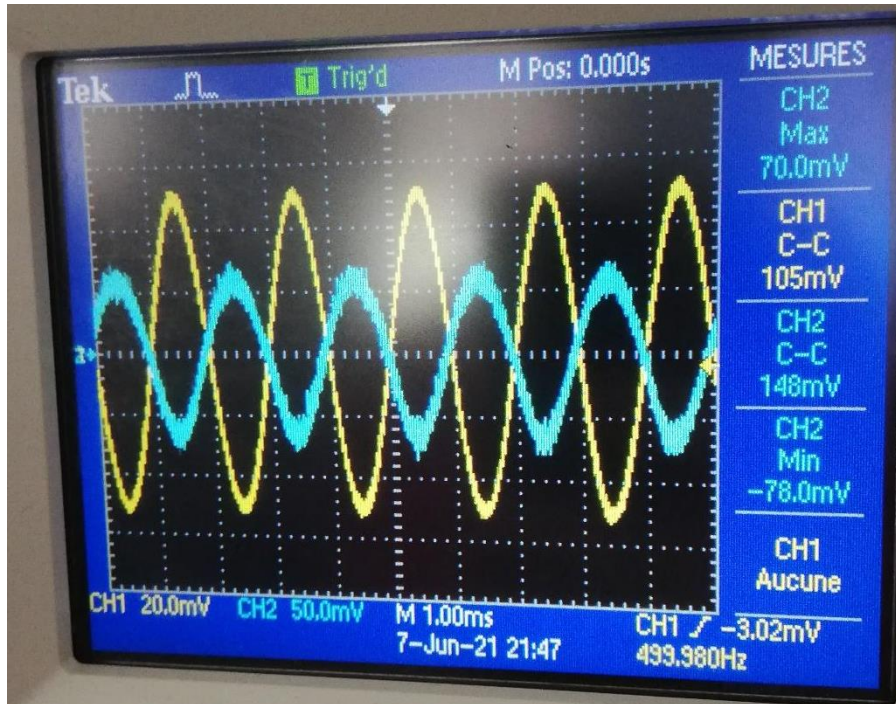


Figure 10 : Signal observé sur l'oscilloscope au niveau de la broche n°1

Quant au niveau du second étage de la triode, le signal de sortie sur la broche n°6 était de 920 mV et à nouveau en phase.

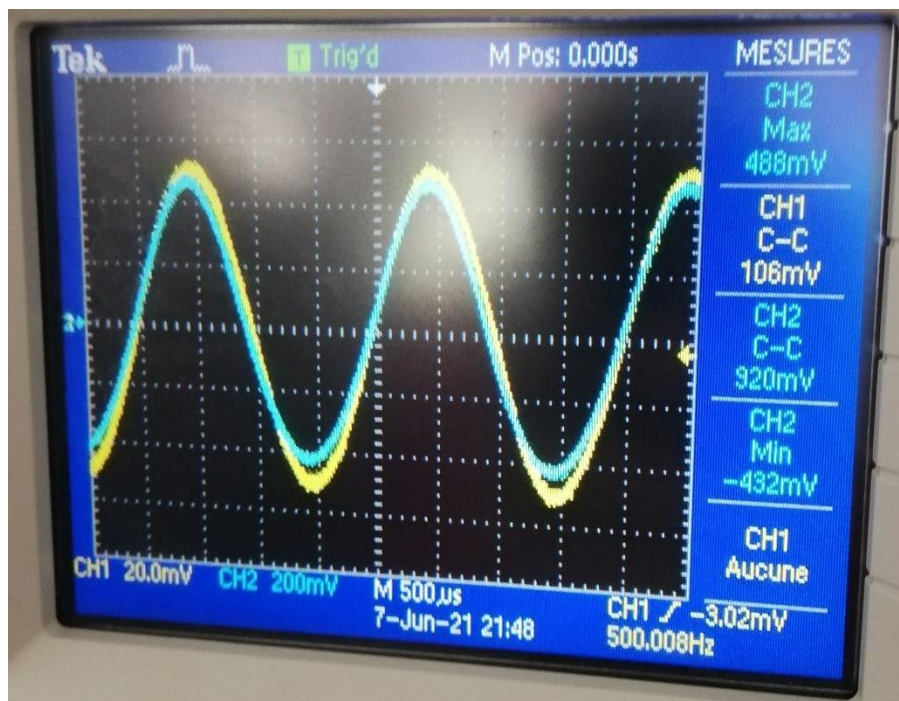


Figure 11 : Signal observé sur l'oscilloscope au niveau de la broche n°6

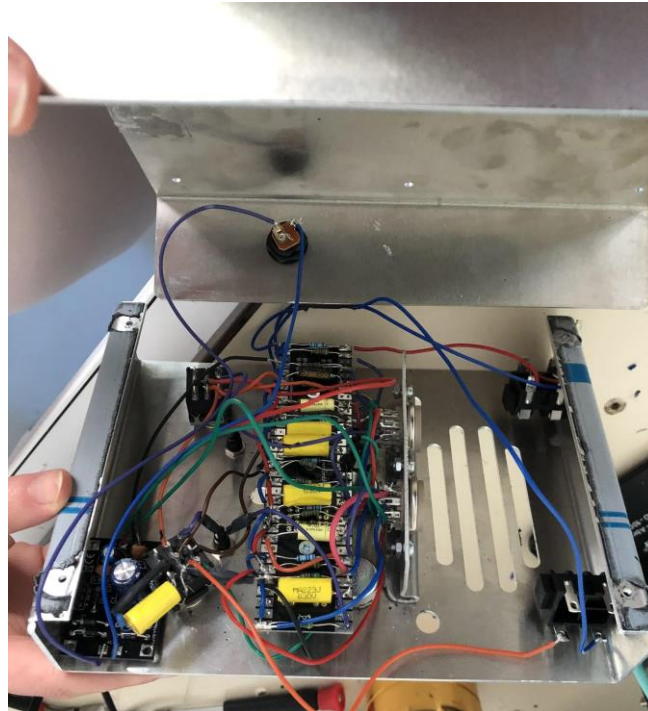
Nous avons donc, sans amplificateur, seulement avec la lampe, un gain de 9,2. Finalement, à la sortie du Tomato Blaster, nous avons, avec le potentiomètre de volume au maximum, un signal de 808 mV, soit un gain de 8. On remarque une légère atténuation par rapport à la sortie de la lampe mais cela est dû aux pertes sur les potentiomètres de sortie et aux résistances.

En branchant dans un second temps l'amplificateur au circuit et en recommençant les tests, nous avons un signal de sortie à 5,8 V, soit un gain de 58 ! Nous en avons donc conclu que le Tomato Blaster que nous avons fabriqué fonctionne et amplifie bien le signal d'entrée.

Cependant, malgré les précautions prises lors des soudures, et peut être dû à notre manque d'expérience, nous avons de nombreux faux contacts sur le circuit ce qui rend notre amplificateur peu fiable, le signal de sortie étant instable, et nous n'avons malheureusement pas eu le temps de déterminer d'où venaient ces courts circuits.



### 3) **Test sur la Vanilla Overdrive**



*Figure 12 : L'achèvement des soudures*

Nous avons pu tester la Vanilla Overdrive une fois qu'elle était totalement finie. Nous avons commencé par utiliser un voltmètre pour tester la tension à travers le circuit, mais tout de suite nous avons remarqué un problème : la tension était nulle ! Notre première solution était de vérifier les soudures, nous avons remarqué qu'à deux endroits des fils se touchaient, ce qui pouvait créer un court-circuit. Nous avons donc corrigé nos erreurs puis testé à nouveau le circuit. Cependant la tension était toujours nulle.

Notre deuxième hypothèse était que l'alimentation ne fonctionnait pas, nous l'avons isolée du circuit pour la tester, mais nous obtenions bien les résultats attendus, c'est-à-dire une tension de 12 volts en sortie. Le problème ne venait donc pas de l'alimentation.

Finalement nous avons décidé de tester uniquement une des LED du circuit. A notre plus grand bonheur, la LED s'était allumée, cependant dès que nous avons appuyé sur le bouton "ON-OFF", un court-circuit s'est déclaré et la LED a brûlé.

Par manque de temps, et aussi à cause de la complexité de notre projet, nous avons dû arrêter les tests. Il était impossible de tester chaque liaison individuellement, il aurait fallu tout dessouder pour tout recommencer, ce qui était tout simplement impossible.

Nous étions donc obligés de laisser un projet qui ne fonctionne pas, et sans en connaître la raison exacte. Même si la Vanilla overdrive a été conçue pour les débutants, elle nécessite tout de même beaucoup de dextérité avec le fer à souder, plusieurs fois on devait être à deux pour réaliser une soudure.

#### IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En conclusion, lors de ce projet d'une trentaine d'heures, nous avons pu construire de nos mains et tester un amplificateur à lampes ainsi qu'une pédale d'effets pour guitare, tout en comprenant leur fonctionnement. De par la proposition de sujet de notre professeur, ce fut un projet très stimulant car très concret ; réussir à construire un amplificateur de guitare et une pédale de son fut très gratifiant. Nous avons pu tester notre amplificateur et notre pédale. Malheureusement, bien que fonctionnel, l'amplificateur présentait de nombreux faux contact ce qui ne le rendait pas fiable et la pédale ne fonctionnait pas. Nous n'avons également pas eu le temps de tester le son de notre matériel avec la guitare électrique que nous avons également fini lors de ce projet.

Ce projet nous a beaucoup apporté sur plusieurs aspects. Sur le plan humain, nous avons appris à travailler en groupe, en se divisant les tâches : sans cela, nous n'aurions jamais réussi à mener à bien ce projet en une trentaine d'heures. Le travail de groupe a donc permis un gain de temps, une émulation, une entraide pour être le plus efficace possible, ainsi qu'une responsabilisation de chaque membre du groupe. Le fait d'être en groupe nécessite de se fixer des contraintes de temps et des délais à respecter afin de mener à bien le travail. Sur le plan technique, nous avons appris à maîtriser la soudure de composant électronique ainsi que l'usinage du bois ; à développer notre minutie et notre rigueur qui sont deux compétences essentielles à la réussite d'un tel projet.

Nous pensons ainsi que ce projet a toute sa place dans notre formation proposée par l'INSA car nous avons pu à la fois développer nos compétences techniques, manuelles, théoriques et humaines, qui sont les valeurs défendues par le modèle INSA.

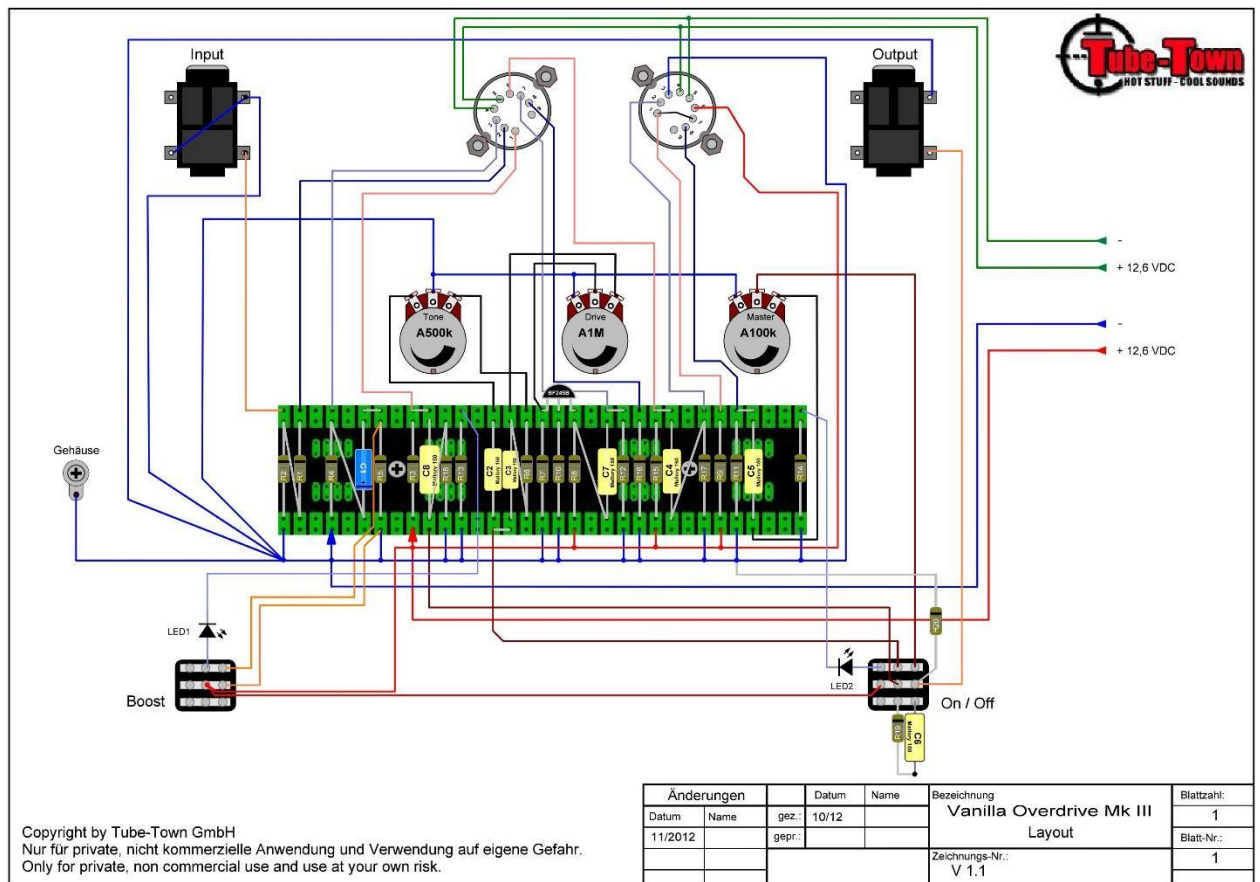
Nous n'avons pas eu le temps de le faire mais il serait intéressant de comparer les valeurs expérimentales du Tomato Blaster obtenues avec des mesures théoriques effectuées avec une simulation numérique sur LTSpice afin de s'assurer du bon fonctionnement de nos créations. Il serait également plaisant et gratifiant de tester notre matériel de musique lors d'un concert car hormis l'aspect pédagogique, et avec quelques corrections, nous avons construit du véritable matériel de musique fonctionnel.

## V. BIBLIOGRAPHIE

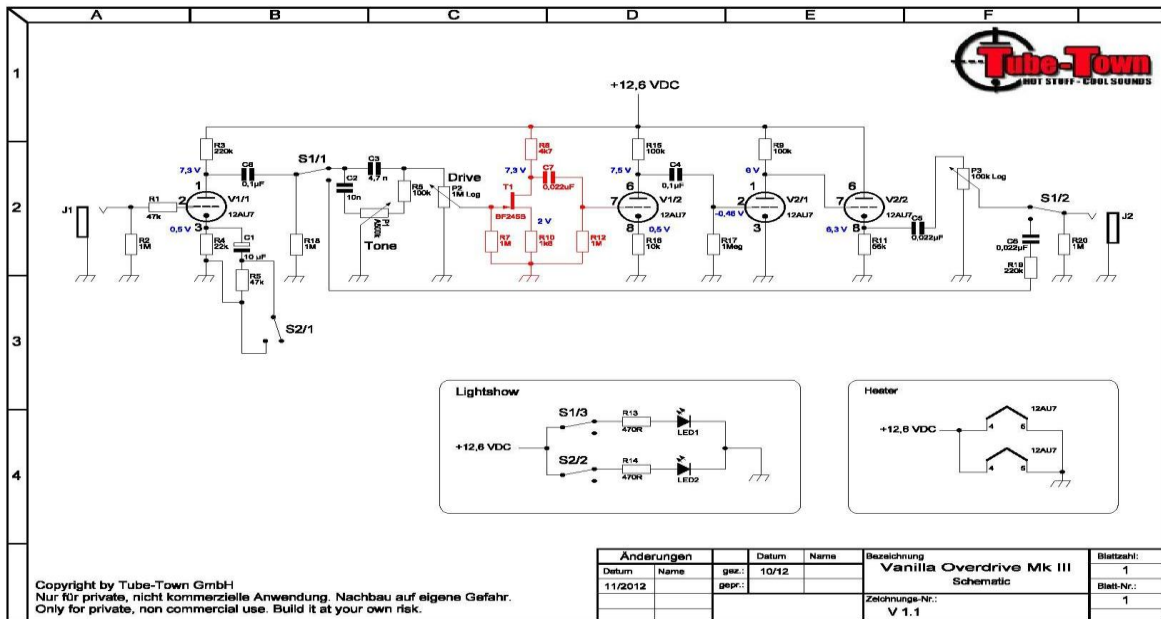
- [1] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur\\_%C3%A9lectronique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur_%C3%A9lectronique) (valide à la date du 12/06/2021).
- [2] [https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Vanilla\\_Overdrive\\_MkIII\\_-engl\\_-\\_Archiv](https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Vanilla_Overdrive_MkIII_-engl_-_Archiv) (valide à la date du 12/06/2021).
- [3] [https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato\\_Blaster\\_-engl-](https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato_Blaster_-engl-) (valide à la date du 12/06/2021).

## VI. ANNEXES

### A. Schémas de montages de la Vanilla overdrive :

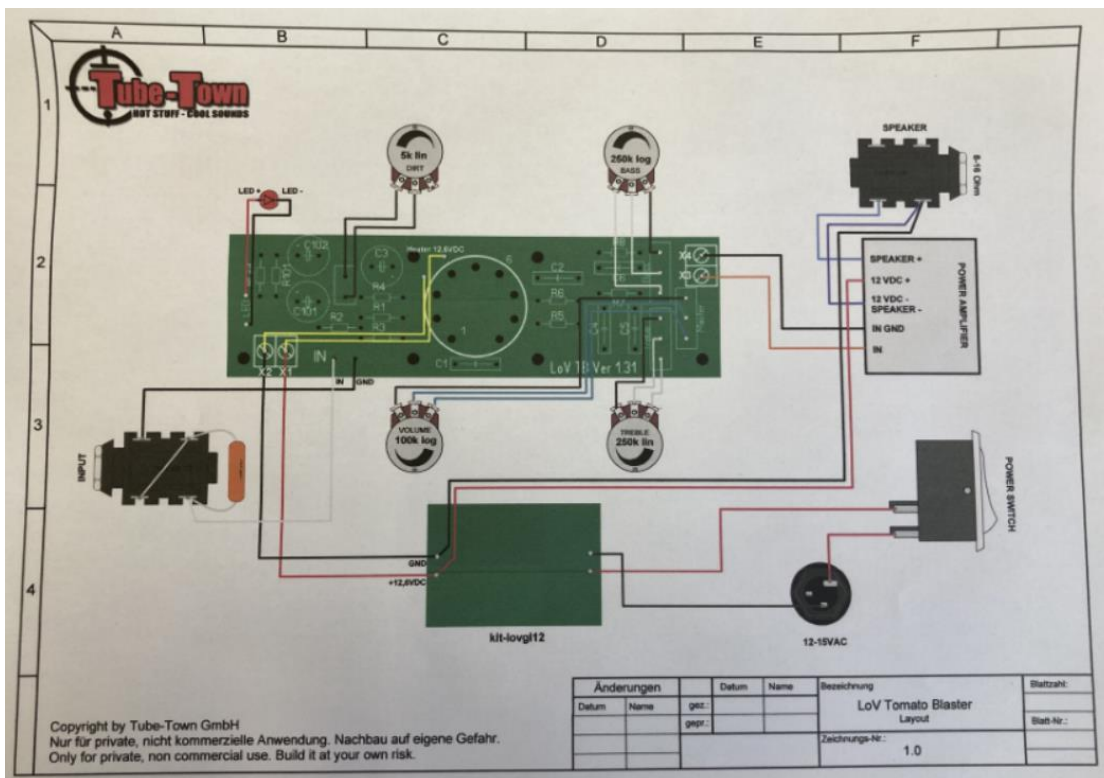


Annexe 1 : Plan de construction de la Vanilla Overdrive

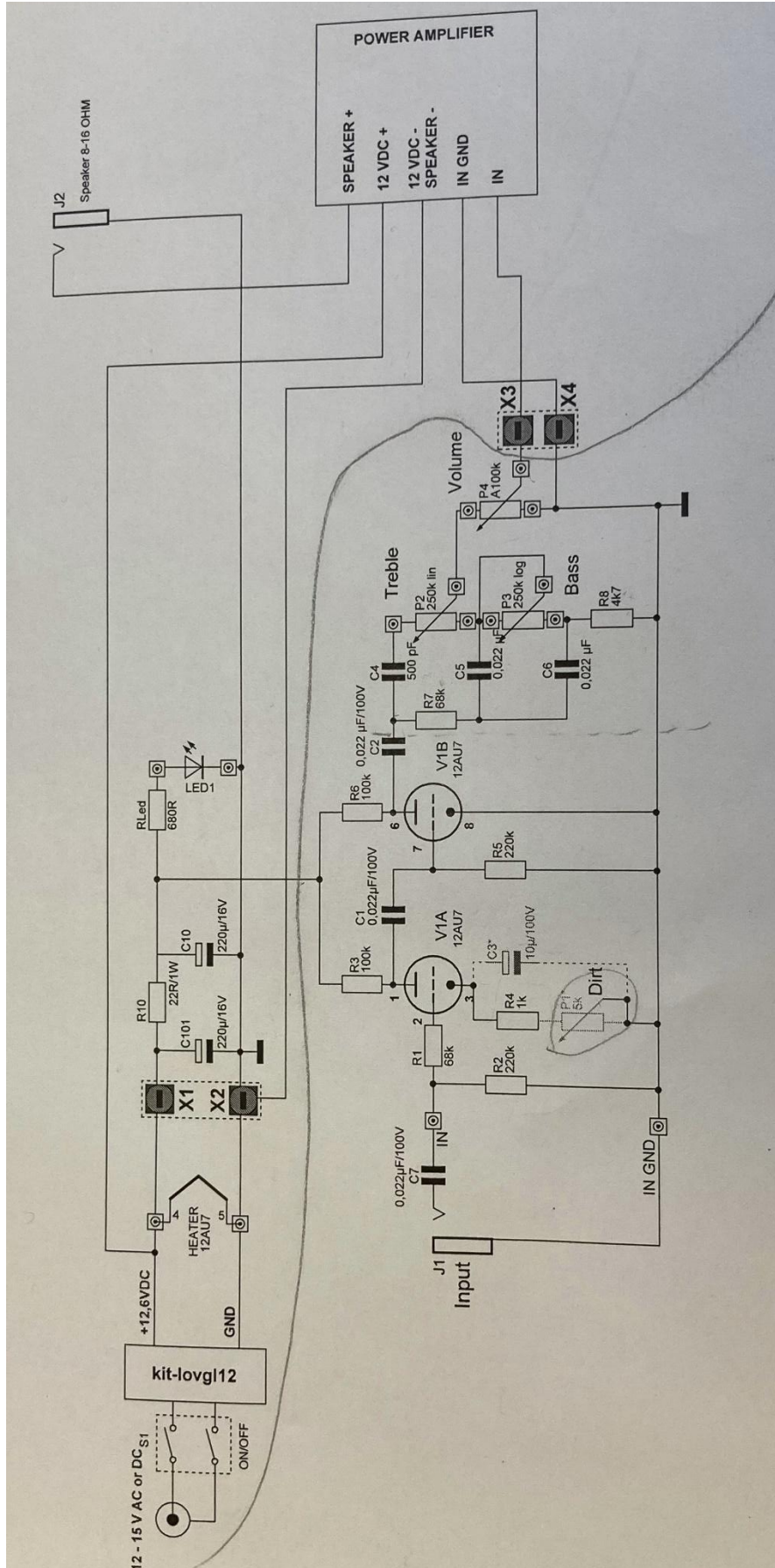


Annexe 2 : Schéma électronique de la Vanilla Overdrive

**B. Schémas de montages du Tomato Blaster :**



Annexe 3 : Plan de construction du Tomato Blaster



Annexe 4 : Schéma électrique du Tomato Blaster