

*Projet de Physique P6*

*STPI/P6/2021 – 44*

## **FABRICATION DE GUITARE/BASSE ET SIMULATION D'UN AMPLIFICATEUR**



**Etudiants :**

**LAMOTTE Sylvain**

**BEREYZIAT Gabriel**

**YIGIT Djan**

---

**Enseignant-responsable du projet :**

**GRISEL Richard**

*Cette page est laissée intentionnellement vierge.*

---

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

Référence du projet : **STPI/P6/2021 – 44**

Intitulé du projet : **Fabrication d'une guitare/basse et simulation d'un amplificateur**

Type de projet : **Électronique / Modèle / Conception / Simulation**

Objectifs du projet (10 lignes maxi) :

**Les objectifs de ce projet sont en premier temps de comprendre le fonctionnement d'une basse à travers sa construction, ainsi que finaliser la construction d'une guitare. Et en second temps de simuler le fonctionnement du Tomato Blaster sur le logiciel de simulation LTS Spice.**

Mots-clefs du projet (4 maxi) : **Amplificateur, Guitare, Construction, Simulation.**

## TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	6
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	7
3. Travail réalisé et résultats.....	8
3.1. Fonctionnement des guitares.....	8
3.1.1. Un peu d'histoire.....	8
3.1.2. Les micros.....	9
3.2. Construction des guitares et prise en main des outils.....	11
3.3. Simulations.....	15
3.3.1. Histoire des lampes.....	15
3.3.2. Histoire des amplificateurs.....	16
3.3.3. Focus sur le <i>Tomato Blaster</i> .....	17
3.3.4. Simulation sur LTS Spice.....	18
3.3.5. Comparaison avec les mesures réelles.....	22
4. Bilan du projet.....	22
4.1. Apports individuels et collectifs.....	22
4.2. Conclusion générale.....	23
5. Bibliographie.....	24
6. Annexes.....	27
6.1. Documentation technique.....	27
6.2. Propositions de sujets de projets.....	28

## REMERCIEMENTS :

Nous tenons premièrement à adresser nos plus sincères remerciements envers notre professeur encadrant, M. Grisel pour nous avoir permis d'effectuer ce projet de physique durant notre quatrième semestre. Il s'est montré libre et à notre écoute durant toute cette période, qui je le rappelle a été effectuée en semi-présentiel.

Néanmoins, nous n'oublions pas M. Pascal Williams, Mme. Hélène Rade et M. Michael Jolly : les techniciens de l'INSA sans qui nous n'aurions pas pu utiliser certains outils de conception.

Pour finir, nous sommes aussi reconnaissant envers l'Institut des Sciences Appliquées qui nous a donné l'opportunité de travailler en groupe sur des sujets de sciences nous intéressant.

## 1. INTRODUCTION

Les instruments à corde sont les appareils de musique les plus répandus dans le monde, d'ailleurs la guitare est l'un des instruments le plus joué au monde. De manière générale, ces instruments à corde (hormis la harpe) ont une forme générale simpliste.

Mais une guitare, une basse ne sont pas « juste » des « morceaux » de bois agrémentés de quelques cordes. Derrière ce fameux appareil à gratte se cache un savoir-faire hérité de nombreuses siècles d'existence. De surcroît avec l'avènement et la démocratisation de la guitare électrique dans les années 1920, les outils de musique furent révolutionnés en incorporant une plus grosse part d'électronique à leur bord.

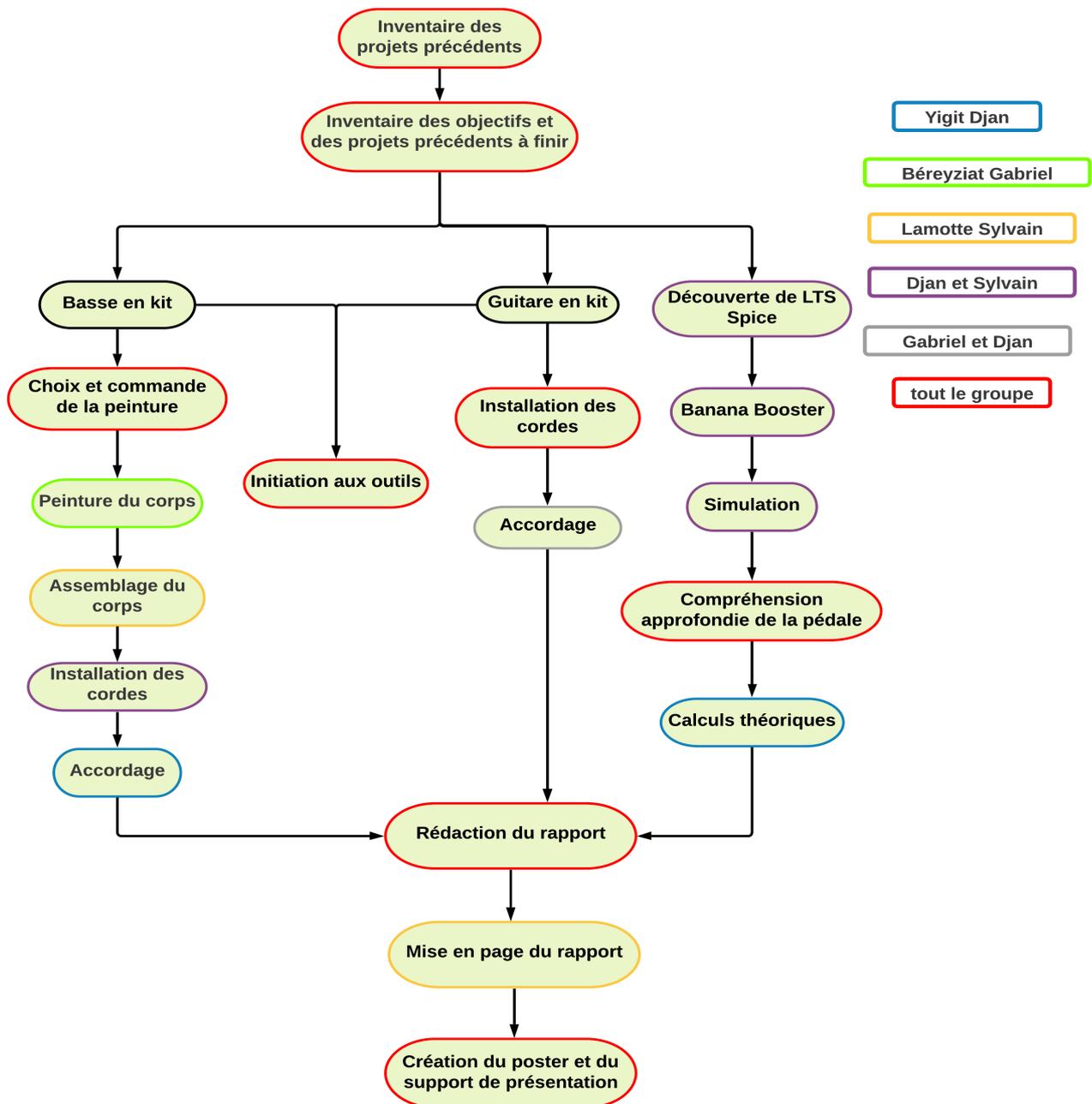
Ces améliorations impactèrent aussi l'utilisation de la guitare ou de la basse : « autrefois » joués seuls, de nouveaux appareils furent créés en conséquence. Notamment, pour ne citer qu'eux : les amplificateurs et les pédales d'effets. Ces outils qui sont quasi indispensables pour un guitariste aujourd'hui seront au centre de notre projet.

Notre projet en question se concentre donc sur la finition et la construction d'une guitare et d'une basse en kit, ainsi que sur la simulation informatique d'un amplificateur appelé « Tomato Blaster ». Le second groupe pris en charge par notre référent ont pour charge de construire cet amplificateur, nous aurons donc d'un côté la partie théorique et de l'autre la partie pratique.

En raison des conditions exceptionnelles, ce projet se déroula en co-modalité, un mode de fonctionnement demandant de l'organisation mais qui ne nous gêna en aucun point : nous réussîmes à assister à la majorité des séances en présentiel, mais cela nous freina quand même pour pouvoir monter les guitares.

## 2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Voici-ci dessous l'organigramme représentant la façon dont nous nous sommes répartis le travail.



Organigramme : Organisation du travail en groupe

Toute séance de P6 se déroulait de la façon suivante.

Une séance type commençait par l'inventaire des tâches à commencer et à finir, nous faisons ensuite part de l'état d'avancement de nos ébauches à notre professeur référent M. Grisel. Par la suite, nous nous mettions au travail en nous répartissant les tâches.

La majorité de nos ouvrages étant d'ordre manuel, nous devions donc emprunter des outils au laboratoire technique pour pouvoir manipuler. Ainsi à chaque fin de séance, nous étions logiquement obligés de remettre à leur place les outils empruntés et ceci en bonne et due forme. Mais encore, chaque fin de séance s'accompagnait d'un bilan du travail réalisé et du contenu à effectuer pour et à la prochaine séance.

### **3. TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTATS**

#### **3.1. Fonctionnement des guitares**

##### **3.1.1. *Un peu d'histoire***

Bien avant que nos groupes de rock préférés ne popularisent l'utilisation de la guitare et plus particulièrement celle de la guitare électrique, des pédales d'effet et de leurs amplificateurs, on retrouve de tels instruments dès le début des années 20.

L'ingénieur Lloyd Loard qui travaillait alors chez Gibson ( aujourd'hui un des leaders de l'industrie de la guitare électrique) mit au monde un des instruments le plus utilisé et le plus populaire. C'est en 1931 qu'on peut commencer à voir apparaître sur le marché les premières guitares équipées de micros grâce à l'invention d'Adolf Rickenbacker et de Georges Beauchamp, la « frying pan ». Rickenbacker va embaucher un autre ingénieur, Ralph Robertson avec lequel il va développer une gamme de 4 amplificateurs, les premiers de l'histoire. Ces derniers étaient capables de libérer une puissance voisine de 10W en utilisant une technologie très proche des postes de radios.

Ces découvertes vont fortement intéresser un certain Léo Fender, qui développa lui même ses propres amplificateurs de guitares dès 1946, suivis de plusieurs autres modèles, dont le Champ 800, d'une puissance de 3 W, en 1948.

Au fil du temps les amplificateurs sont montés en puissance et parallèlement les micros des guitares et les matériaux utilisés furent de meilleure qualité.

D'autres amplificateurs de plus en plus puissants se sont succédés au fil du temps avec notamment les découvertes de Leo Fender en 1958 avec le « Twin Amp » de 80W ou le « Bassman » de 50W. Certains ont marqué l'histoire comme le Marshall JMT45 de Jim Marchall en 1962 jusqu'au VOX AC30 de Tom Jennings. Puis au fil des années les amplificateurs se sont perfectionnés, en y ajoutant des potentiomètres capables de régler différents aspects du spectre sonore captés par les microphones des guitares.



Figure [1] : Fender « Bassman » 50W 1952

### **3.1.2. Les micros**

Toutes ces découvertes ne tiennent qu'à une seule et même chose, le fonctionnement d'une guitare électrique.

Un grand nombre de guitares électriques peuvent se montrer différentes sur le point physique en fonction des matériaux utilisés pour sa réalisation. Pour décrire le fonctionnement d'une guitare, nous allons étudier le modèle Stratocaster® de chez Fender parue en 1954 qui correspondrait au modèle le plus universel dans le monde de la guitare. En dehors de la partie acoustique pure (ce qui va nous intéresser le moins), les matériaux utilisés constituent l'identité de la Fender Stratocaster : un manche en érable (très solide) et un corps en aulne qui est assez léger mais dense. Les cordes n'influent pas forcément sur la qualité du son, cependant, ce sont les micros qui sont à l'origine de toute la magie musicale derrière.



Figure [2] : Fender « Stratocaster » 1954

Lorsque l'on presse sur les cordes de la guitare quand on joue, celles-ci se mettent à vibrer, à ce moment là on modifie le champ magnétique exercé par les micros et un courant électrique se crée. De cette façon les micros peuvent capter les vibrations émises par les cordes et ainsi les transférer en signaux électriques, par le biais de la prise jack, vers l'amplificateur qui va interpréter ceux-ci et les retranscrire en ondes sonores. Le passage entre message analogue et message numérique se fait généralement par jeux de champs magnétiques.

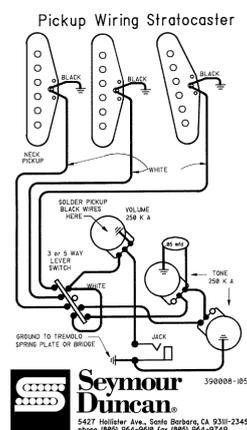


Figure [3] : Câblage guitare « Stratocaster »

Des boutons de contrôle, potentiomètres et inverseurs, placés sur le corps de la guitare permettent d'en modifier la sonorité. Ces contrôles permettent généralement de modifier le volume, de sélectionner les capteurs (dont le timbre varie en fonction de leur distance au cordier) ou d'ajuster la tonalité de l'instrument par un filtre passe-bas. Entre autre, on utilise les potentiomètres sur la guitare pour pouvoir ajuster le signal électrique qui va arriver dans l'amplificateur.

### 3.2. Construction des guitares et prise en main des outils

Pour commencer, lors de nos premiers TD, nous avons repris les travaux du groupe précédent qui n'avait pas pu terminer la fabrication de la guitare. La guitare que nous avons terminé était une Harley Benton. Il ne manquait plus que les cordes à monter sur ce modèle.

Cela nous a pris quelques heures pour aboutir à une guitare accordée et capable de produire un son correct. Nous nous sommes heurtés à plusieurs problèmes concernant le montage puisque nous n'avions jamais monté de cordes sur une guitare. Nous avons dû régler le diapason de la guitare en jouant avec la longueur des sillets sur le chevalet pour que les tonalités soient bonnes. De plus d'autres problèmes ont été relevés quant au montage des cordes puisque celles-ci étaient trop rigides et ne permettait pas une parfaite rotation autour des pegs de la guitare, de plus on ne voulait pas non plus couper les cordes trop court et les gacher.



Figure [4] : Kit de guitare « Harley Benton »

Quand aux caractéristiques de cette Harley Benton, nous avons ici un modèle qui présente : un corps en Rengas, un manche en érable, 2 micros en simple bobinage. Comme la plupart des guitares sur le marché, le manche possède un Truss Road inclus qui permet de le rehausser en cas de dilatation du bois. Comme la majorité de la guitare avait déjà été montée, nous avons travaillé durant 2 TD sur la réalisation et la finition de cet instrument.



La « Harley Benton » assemblée

D'un autre côté, la plus grosse partie de notre travail s'est orientée sur la réalisation entière de la guitare basse en kit qui est aussi manufacturée par Harley Benton.



Figure [5] : Kit de basse « Harley Benton »

Le fonctionnement d'une basse reste sensiblement identique à celui d'une guitare électrique classique. Seulement, les cordes (au nombre de 4, le Mi, La, Ré et le Sol) sont plus grosses pour pouvoir libérer une fréquence plus faible et donc apprécier un son plus grave. Les micros sont donc adaptés avec la taille de ces cordes pour pouvoir capter les tonalités les plus graves.



Micro sur la « Harley Benton »

Les bois utilisés et le fonctionnement restent exactement les mêmes, seulement les micros ici sont des micros à simple bobinage de type P (P signifie Précision, il s'agit d'un style de basse qui permet une plus grande diversité rythmique).



Micro à simple bobinage de type P de la basse

Ici nous avons dû monter chacun des éléments un par un. Pour commencer nous avons fixé ensemble le manche et le corps de la guitare. Le corps a été préalablement peint et verni plusieurs fois, notamment en couvrant les différentes couches de peintures avec du masking-tape. Il a été ensuite recouvert de plusieurs couches de vernis à meuble vinyle. Puis grâce aux trous creusés dans le corps de la guitare, nous avons branché les micros aux potentiomètres de la plaque de guitare grâce à un système de plug&play. Après, la partie la plus compliquée a été de monter les pegs de la basse sur la tête de manche. Nous avons 4 bagues à faire passer dans les trous respectifs pour y monter les pegs pour plus tard y fixer les cordes : nous avons dû utiliser un maillet pour enfoncer les bagues. Ultérieurement, nous nous sommes heurtés à une énième difficulté, en effet les vis étaient impossibles à placer avec des tourne-vis et une vis s'était cassée dans le bois. Nous ne pouvions pas forcer au risque d'abîmer le manche. Nous avons donc utilisé une perceuse qu'on a reconvertie en visseuse pour accélérer notre montage et percer un trou de rechange.



*Pegs et clavette sur le manche de la basse*

Puis après avoir inséré les pegs et vissé la plaque de potentiomètres, nous avons pu placer le chevalier en bas du corps de la guitare pour enfin y fixer les cordes. Celles-ci étant tellement épaisses, qu'il a été nécessaire de s'y employer pendant toute la durée d'un TD tant elles étaient rigides. La basse était alors fin prête à être emmenée sur scène. Les outils utilisés sont plutôt rudimentaires, il a été nécessaire d'utiliser des tourne-vis cruciformes et plats, une perceuse-visseuse. La plupart des opérations à faire ne nécessitaient pas spécifiquement d'outils (seulement des outils de force) mais du temps et de la patience.



*Basse montée et peinte*

### 3.3. Simulations

#### 3.3.1. Histoire des lampes



Figure [6] : Exemple d'amplificateurs à tubes

Bien avant de se généraliser à l'industrie électronique quotidienne, les lampes étaient fabriquées dans l'optique d'une utilisation pointue pour ne citer que pour exemple les technologies militaires ou encore civiles avec des standards de production élevés et des processus de tests très poussés. Ce n'était donc pas un produit accessible au grand public mais un produit rare. Une des premières utilisations notoires des lampes fut en radio-communication militaire bien que l'arrivée des premiers ordinateurs, radios, télévisions mais aussi des amplificateurs ont permis de démocratiser leur utilisation. Sur ce principe, différentes appellations ont été données aux amplificateurs tels que amplificateur à lampes, à ampoules ou encore à tubes. L'avantage d'un amplificateur à lampes était et restera l'obtention d'un son chaleureux, plus rond et permettant une légère modification du son en modulant une lampe. Il est également intéressant de noter que les lampes sont plus flexibles que les transistors, ce qui veut dire que les lampes tiendront le coup dans le cas où on pousserait un amplificateur à lampes à fond.

L'histoire de l'amplificateur à ampoule commence en 1904 grâce au britannique Ambroise Fleming qui créa la diode à tube. Elle était à ce moment-là composée de deux éléments : un filament ainsi qu'un cylindre en tôle. Le filament ou cathode, génère des électrons lorsqu'il est légèrement chauffé. De plus, la tôle permet de capter les électrons libérés sans oublier que ces deux éléments doivent être sous vide, en l'occurrence sous une ampoule en verre. Deux ans plus tard, en 1906, l'inventeur américain Lee De Forest qui était déjà célèbre dans le monde de l'audio ajoute un troisième élément à la « diode » de Fleming. Ce nouvel

élément, appelé grille de contrôle, permet d'amplifier la puissance électrique et est situé entre le filament et la plaque. Cette innovation obtient une charge positive lorsque la corde d'une guitare est touchée. Ce tube à vide partiel sera baptisé "L'Audion" et sera la première triode. L'Audion contenait une faible proportion de gaz, jugée nécessaire par De Forest. Ceci limitait pourtant la dynamique d'amplification, rendait les caractéristiques non linéaires et les performances erratiques mais cette innovation avait l'avantage de ne consommer que très peu. L'Audion sera ensuite améliorée quelques années plus tard par le chimiste et physicien américain Irving Langmuir afin de donner le « Pliotron » ayant l'avantage d'avoir un « vide poussé ». Bien qu'il y est eu une grande part d'évolution avec l'arrivée d'ampli à transistors, l'ampli à lampe n'a toutefois pas disparu car il reste encore aujourd'hui l'ampli préféré de nombreux musiciens de talent, mais aussi parce que son esthétique durant son utilisation est très intéressante.

### 3.3.2. *Histoire des amplificateurs*



Figure [7] : Exemple d'un premier amplificateur à lampe

La naissance de l'amplification a vu son origine quelque part entre les deux guerres. La croissance explosive de certaines musiques populaires (notamment le jazz et le blues) et la configuration musicale qui en résultent a fait que les guitaristes y voyaient un problème majeur : leurs instruments n'émettent pas assez de volume pour être entendus dans d'autres musiques (surtout vis-à-vis des batteurs). On peut donc attribuer la première étape d'amplification à George Beauchamp, au début des années 1930. Il a déposé l'un des premiers brevets pour une guitare à résonateur et il s'est associé à Rickenbacker pour créer le premier microphone de guitare. Pour amplifier cet effet, les guitaristes commencent à endommager volontairement leurs amplificateurs (Dave Davies de The Kinks, Link Wray), et

en particulier les membranes, ouvrant de nouveaux horizons sonores. Dans les années 1950 et 1960, Leo Fender et Jim Marshall ont conçu et promu l'amplificateur que nous connaissons aujourd'hui, en écoutant les musiciens et en leur fournissant ce dont ils avaient besoin : volume et granularité. Bien sûr, les amplificateurs de guitare ne cesseront de se développer et sont devenus une véritable bête de scène depuis la fin des années 70. Aujourd'hui, il existe des amplificateurs à transistors, à lampes électroniques et des modèles d'amplificateurs de guitare.

Le fonctionnement de l'amplificateur peut se décomposer en quatre étages :

- Préamplificateur
- Amplificateur
- Effet
- Haut-parleur

L'étage préamplificateur a pour fonction d'augmenter le niveau de ce signal pour attaquer l'étage dit "de puissance". En effet, le signal de la guitare a une amplitude de plusieurs centaines de millivolts à haute impédance. L'étage amplificateur de puissance convertit le signal du préamplificateur en un signal d'amplitude suffisante pour faire vibrer le haut-parleur. De nombreux modèles d'amplificateurs de guitare électrique ont des effets intégrés. L'effet le plus courant dans un amplificateur de guitare est la réverbération, qui simule la réflexion du son sur les murs d'une pièce. Le haut-parleur est le dernier maillon de la chaîne de production sonore. Sa fonction est de convertir le signal électrique de l'étage de puissance en un signal acoustique audible.

### **3.3.3. Focus sur le Tomato Blaster**

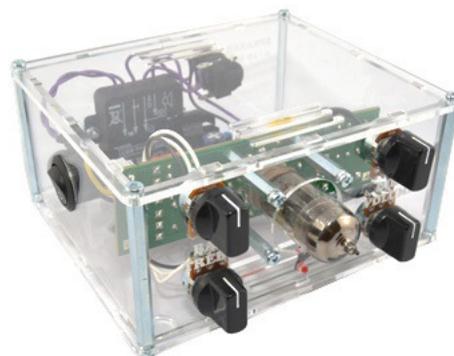


Figure [8] : « Tomato Blaster »

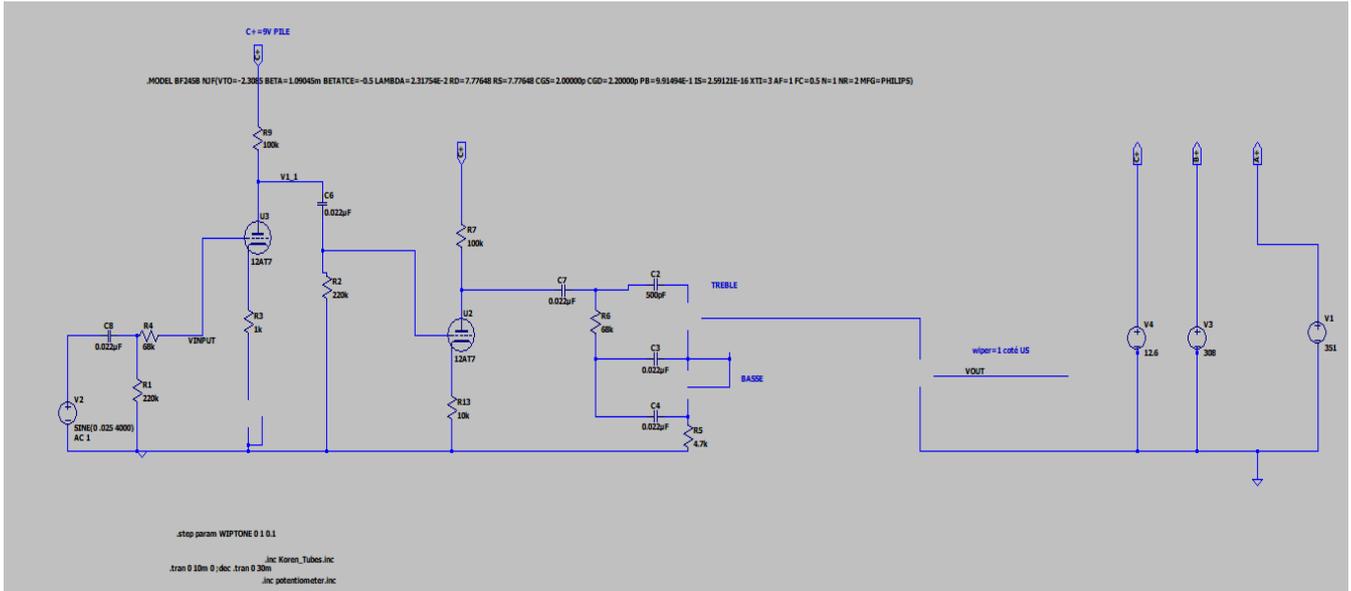
Le Tomato Blaster est un amplificateur hybride à tube. Cet amplificateur fonctionne avec une tension de 12 V CC qui est totalement sans risque pour les débutants, et qui peut être facilement et en toute sécurité fournie avec une prise CA ou CC. Il y a de plus plusieurs points communs entre la Tomato Blaster et le Banana Booster (construit l'année dernière), bien connu sur le marché depuis des années, mais avec quelques modifications : la résistance cathodique du premier tube a été remplacée par une combinaison de résistance permanente et de potentiomètre, ce qui rend des modifications du point de fonctionnement du tube possibles. Le point de fonctionnement impacte directement l'amplification ainsi que la sévérité de l'overdrive et donc aussi le son. Cette version ne peut pas remplacer complètement un contrôleur de gain pour les gros amplis, mais elle offre plusieurs options simples afin d'influencer la couleur du son et le degré d'overdrive. L'overdrive étant le nom donné à un effet audio d'une pédale qui recrée la distorsion d'un amplificateur pour guitare électrique poussé à ses limites de gain offrant un son plus pêchu : son signal est plus écrêté et moins naturel.

Il utilise une double-triode 12AU7, cependant, la simulation marche mieux avec une 12AT7. En ce qui concerne l'alimentation, il peut aussi bien fonctionner en courant alternatif qu'en courant continu même si les meilleurs résultats sont obtenus avec une prise 12 V AC / 700 mA. Cependant, ce n'est pas si facile d'en trouver aujourd'hui : nous avons en effet passé un demi-TD à chercher des prises dans l'inventaire du local technique pouvant correspondre pour le groupe construisant le Tomato Blaster. En bref, le Tomato Blaster est une petite centrale électrique qui apporte beaucoup de joie, non seulement lors du montage, mais aussi avec son son agréable avec une touche de tube.

### **3.3.4.      *Simulation sur LTS Spice***

Afin de comparer les résultats réels obtenus par les autres collègues du projet à un modèle dit "parfait", nous avons été amené à effectuer une simulation du circuit de l'amplificateur à l'aide du logiciel "LT Spice" afin d'avoir des idées d'améliorations ou de potentiels défauts.

Afin de vérifier que tout concordait par rapport au modèle réel fabriqué par le groupe d'il y a 2 ans, nous avons utilisé le schéma LTspice du Tomato Blaster.



Modèle LTspice de l'ampli Tomato Blaster

Nous avons donc à partir de ce modèle réalisé une analyse transitoire à trois endroits différents afin d'acquérir des données concernant les amplitudes maximales, les différentes tensions, le gain et tout cela en prenant en compte le paramètre "WIPTONE" variant de 0 à 1 avec un pas de 0.1 correspondant au potentiomètre "Dirt" dans la réalité.

Voici donc les différentes valeurs maximales obtenues avec ce modèle.

- **Étage 1**

Entrée:

- $V_{input} = 24,98 \text{ mV}$

Sortie :

- Potentiomètre Dirt à 0 (selon schéma LTSPICE)
  - $VS1 = 175,33 \text{ mV (Max)}$
  - Gain =  $350 \text{ mv} / 49 \text{ mv} = 7,14$
  - Gdb =  $17,07 \text{ dB}$
- Potentiomètre Dirt à 1 (selon schéma LTSPICE)
  - $VS1 = 256,75 \text{ mV (Max)}$
  - Gain =  $497 \text{ mv} / 48 \text{ mv} = 10,35$
- Gdb =  $20,29 \text{ dB}$

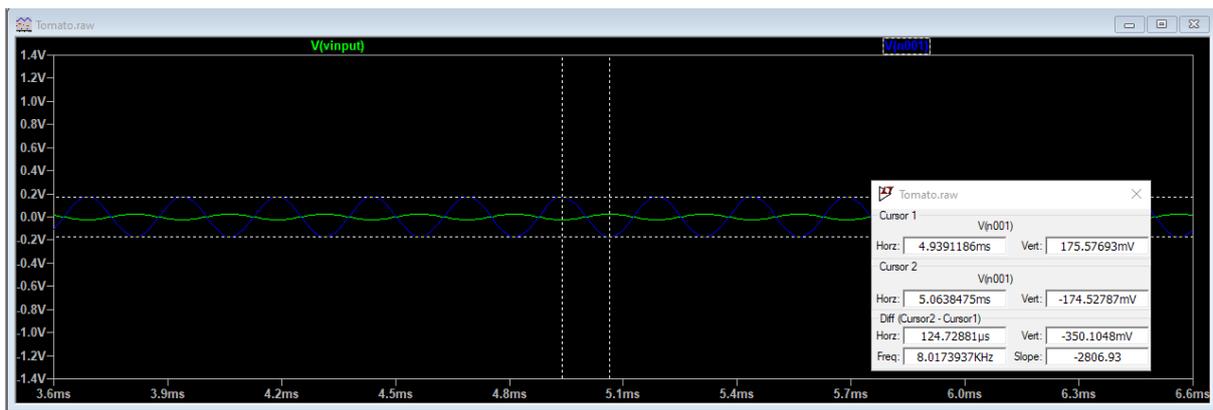
- **Étage 2**

Entrée :

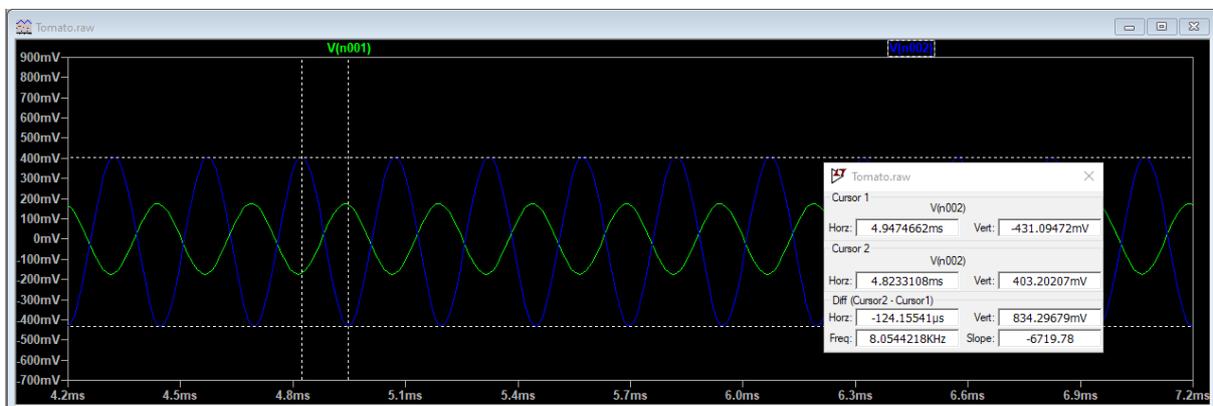
- Potentiomètre Dirt à 0 (selon schéma LTSPICE)  
VE2 = 175,14 mV (Max)
- Potentiomètre Dirt à 1 (selon schéma LTSPICE)  
VE2 = 256,75 mV

Sortie :

- Potentiomètre Dirt à 0 (selon schéma LTSPICE)  
VS2 = 404 mV (Max)  
Gain = 830 mv / 348,9 mv = 2.37  
Gdb = 7.5 dB
- Potentiomètre Dirt à 1 (selon schéma LTSPICE)  
VS2 = 550 mV (Max)  
Gain = 1.18 V / 497,7 mv = 236  
Gdb = 47,45 dB

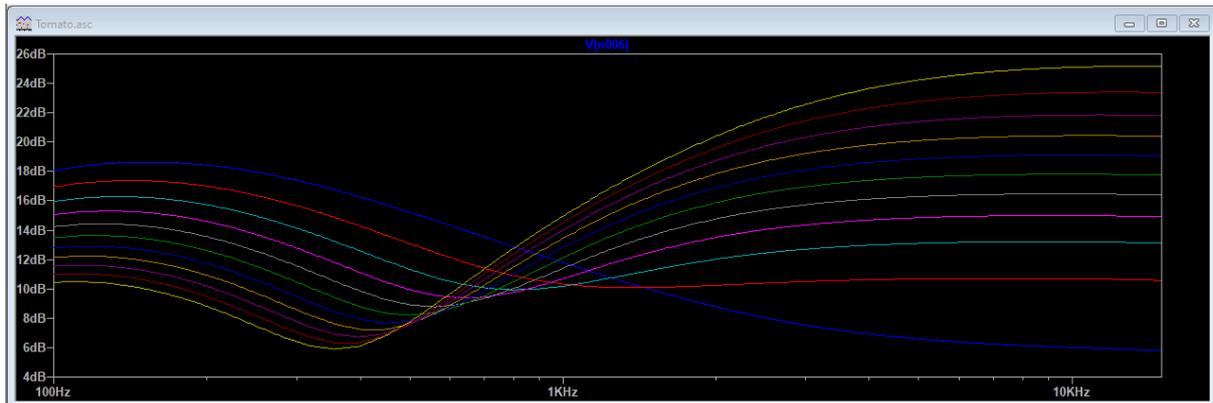


Simulation de la tension d'entrée vInput et de la tension de sortie Vn001

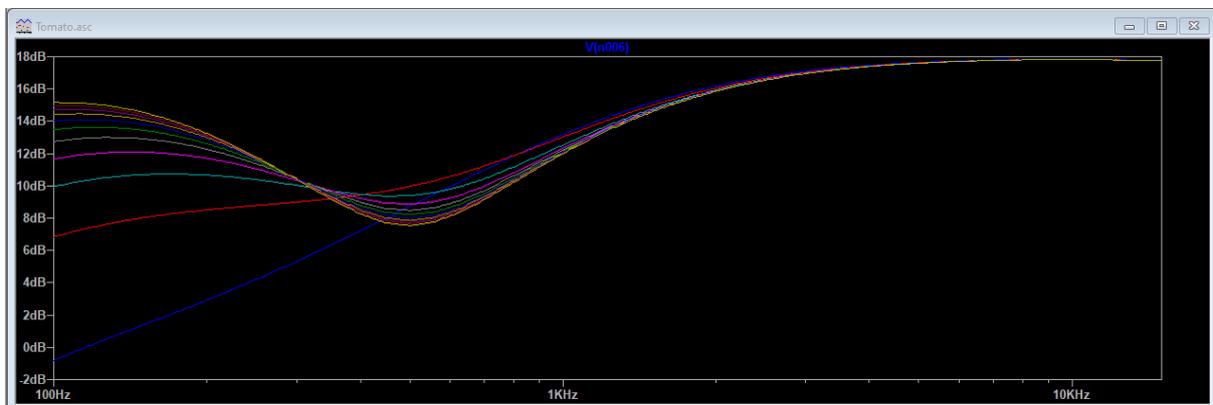


Simulation de la tension d'entrée vn001 et de la tension de sortie Vn002

Nous avons également réalisé une analyse AC des trebles (booster des aigus, il augmente la saturation tout en coupant les basses fréquences) et des basses afin de voir leur impact respectif sur le gain en sortie. Nous avons également fixé le potentiomètre Dirt à 50%. On obtient alors les courbes suivantes :



*Simulation de la tension de sortie Vn006 avec un potentiomètre treble variant de 0 à 100%*



*Simulation de la tension de sortie Vn006 avec un potentiomètre basse variant de 0 à 100%*

On observe alors que théoriquement, il y a bien une augmentation des fréquences basses (entre 20Hz et 315Hz) lors de l'augmentation du potentiomètre basse tout en atténuant les moyennes fréquences et en laissant les hautes fréquences inchangées. Il en va de même dans le sens contraire lorsque l'on fait varier le treble sauf que dans ce cas, les basses fréquences sont bien moins uniformes.

### 3.3.5. **Comparaison avec les mesures réelles**

Notre simulation a difficilement pu être comparée aux résultats obtenus par des mesures réelles. En effet, ces mesures n'ont pu être faites qu'à la dernière séance : il y a eu un problème de communication vis-à-vis de ce qu'il fallait mesurer et de la façon dont les mesures devaient être exécutées (amplitude crête-crête ou max), rendant la comparaison presque impossible.

Néanmoins, nos camarades ont pu relever les valeurs suivantes :

- Signal d'entrée : 100 mV à 500Hz
- Lampe 2 : 100 mV CC
- Lampe 7 : 150mV CC en opposition de phase
- Lampe 6 : 960 mV CC en phase avec l'entrée
- Sortie : 808 mV avec le volume à fond sans prendre en compte l'ampli
- Ampli : Tension de sortie de 5,80 V CC avec un gain de 5.8

Comme on peut le voir, les résultats réels semblent nettement supérieurs par rapport à ce que l'on a obtenu informatiquement. De plus, la simulation donnait parfois des résultats plutôt aberrants et impossibles à observer en réalité. Il aurait également fallu que les mesures soient réalisées en fonction du potentiomètre Dirt afin d'obtenir une meilleure cohérence. La continuité de cette expérience serait de comparer les résultats en détail et notamment de savoir expliquer les sources des différences observées.

## 4. BILAN DU PROJET

### 4.1. **Apports individuels et collectifs**

Djan Yigit :

Lors de ce projet, j'ai eu l'occasion de travailler en équipe ainsi que d'utiliser différents outils à la fois manuels comme informatiques. Ce sont des points importants, car j'ai pu élargir mes connaissances dans le domaine électronique, à la fois en effectuant des tâches individuelles mais aussi grâce à l'échange dans le groupe. De plus, j'ai pu remarquer que la gestion d'un

projet n'est pas évidente et nécessite donc un suivi constant et sérieux.

Le fait d'être amené à réaliser une guitare basse de A à Z est satisfaisant, d'autant plus quand c'est notre passion. C'est donc un exercice très enrichissant.

Gabriel :

Ce projet m'a permis de développer énormément de connaissances quant à la composition d'une guitare (basse) électrique et de son fonctionnement. J'avais par ailleurs, pendant le confinement, commencé le projet de construire moi même ma propre guitare en partant de zéro, mais il me manquait encore quelques connaissances fondamentales que j'ai acquises au cours de ces activités. J'ai pu aussi assimiler un large panel de connaissance autour du monde des amplificateurs qui m'était totalement étranger et j'ai aussi pu apprendre à manier des outils comme les fers à souder, une visseuse etc. Pour finir il m'a aussi été demandé à moi et mon équipe de se répartir les tâches afin de mieux collaborer en équipe.

Sylvain :

N'étant pas guitariste ou bassiste et ne jouant pas d'instruments de musique, je n'avais que très peu de connaissances dans le domaine musical. Ce projet m'a donc permis d'élargir le champ de mes connaissances ainsi que d'élargir ma curiosité. De plus, cela m'a donné aussi l'occasion d'approfondir mes compétences autant dans les matières manuelles (conception et construction d'un instrument de musique du début à la fin) qu'en électronique et simulation, donc de la pratique et de la théorie. Pour résumer, cela m'a apporté une plus-value dans mes connaissances. Ce fut donc une expérience très instructive pour ma part, j'ai appris de nouvelles choses utiles et valorisantes pour ma culture scientifique d'ingénieur.

## **4.2. Conclusion générale**

En conclusion, ce projet fut fortement bénéfique pour nous au sens où il nous a poussé à travailler en équipe sur des réalisations manuelles et informatiques. Il a fallu à la fois trouver un moyen de s'organiser tout en étant le plus efficace possible vis-à-vis des préférences de chacun. Surtout durant cette période de distanciation sociale. De plus, il nous a permis d'appliquer nos connaissances en électronique ainsi qu'en physique à un domaine pratique, qui se révèle aujourd'hui d'intérêt général au vu de la forte présence d'amplificateurs ou de guitare dans la vie réelle ou dans la musique plus globalement. On a également réussi à utiliser un logiciel de modélisation : LT Spice. Il nous a permis d'étudier un modèle théorique

d'amplificateur. Nous avons aussi pu en apprendre beaucoup sur ce domaine qui est à la fois complexe et intéressant et qui complétait plutôt bien nos cours de P3 de l'année dernière. Les principaux problèmes, que nous avons rencontrés étaient d'ordre manuel, souvent liés à une mauvaise prise en compte de l'agencement des guitares. Ainsi, nous avons touché du doigt la difficulté toute la complexité d'une guitare et son fonctionnement, ce qui sera d'une grande aide pour certains d'entre nous étant guitariste.

Enfin, les temps impartis à la réalisation du projet furent brefs et il a fallu faire preuve de flexibilité pour respecter les délais, parfois pour respecter les contraintes électroniques imposées par le projet. Somme toute, nous avons retrouvé lors de ces séances, les compétences, les contraintes mais aussi l'excitation d'un projet de groupe.

En outre, plusieurs perspectives pour le futur de ce projet s'offraient à nous. On peut notamment citer une customisation plus poussée de la guitare comme le fait de sculpter le manche ou encore de tester plusieurs micros différents afin de voir lequel a le meilleur rendu sonore. De plus, de par notre passion commune pour les guitares, la création d'une pédale "Looper" aurait été une bonne idée afin de continuer sur de l'électronique ainsi que des simulations car ce type de pédale doit sûrement être plus complexe à réaliser et est un vrai "must-have" du guitariste. Toutefois, si une telle pédale devait être créée, à plus ou moins longue échéance, il serait nécessaire de réaliser des mesures solides et fiables afin de tester la validité des simulations obtenus. Il aurait également été possible de tester plusieurs pédales en série afin d'en étudier les performances ainsi que la fiabilité de ce genre de montage.

Il y a également un autre domaine où il aurait pu être intéressant de s'attarder dessus, à savoir l'optimisation du son en lien avec les matériaux. On pourra notamment citer des idées d'expériences sur le lien entre le bois d'une guitare et le son qui en découle ou sur l'impact de tel ou tel matériau sur un amplificateur même si ces idées sortent un peu du projet de base proposé.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

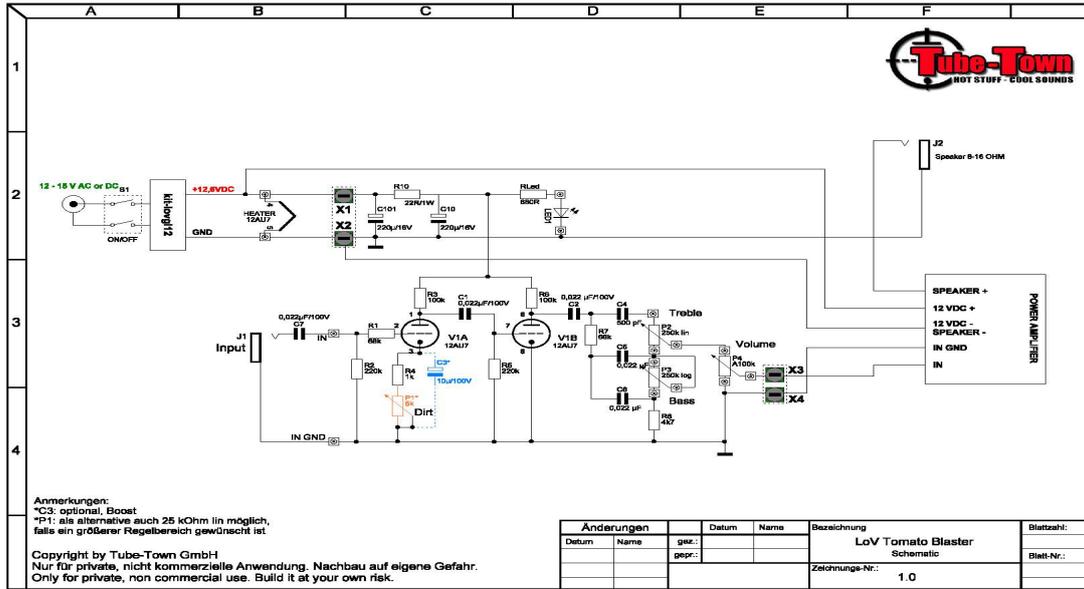
- [1] Figure : "*Fender « Bassman » 50W 1952*",  
[https://www.zikinf.com/\\_gfx/matots/dyn/large/fender-59-bassman-ltd.jpg?  
1620895718](https://www.zikinf.com/_gfx/matots/dyn/large/fender-59-bassman-ltd.jpg?1620895718) , valide à la date du 08/06/2021

- [2] Figure : “Fender « Stratocaster » 1954”,  
<https://www.vintageandrareguitars.com/products/1954-fender-stratocaster-sunburst>,  
valide à la date du 08/06/2021
- [3] Figure : “Câblage guitare « Stratocaster »”,  
<https://www.zikinf.com/forums/cablage-stratocaster-position-hors-phase-t5144023.html>, valide à la date du 08/06/2021
- [4] Figure ; “Kit de guitare « Harley Benton »”,  
[https://www.thomann.de/fr/harley\\_benton\\_eguitar\\_kit\\_tstyle.htm?sid=b9476c983508850553627f5b5534a245](https://www.thomann.de/fr/harley_benton_eguitar_kit_tstyle.htm?sid=b9476c983508850553627f5b5534a245), valide à la date du 08/06/2021
- [5] Figure ; “Kit de basse « Harley Benton »”,  
[https://www.thomann.de/fr/harley\\_benton\\_bassguitar\\_kit\\_pstyle.htm](https://www.thomann.de/fr/harley_benton_bassguitar_kit_pstyle.htm) , valide à la date du 08/06/2021
- [6] Figure : “Exemple d’amplificateurs à tubes”,  
[https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fdfxqtqxztmxe.cloudfront.net%2Fimages%2Farticle%2Fjadis%2FJADISORCHESTRABS%2Forchestra-black-silver\\_5afc21ca57488\\_1200.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.son-video.com%2Frayon%2Fhaute-fidelite%2Famplificateurs%2Famplis-a-tubes&tbid=L6vwZRDEQeWP7M&vet=12ahUKEwiLt6TrYbxAhWJ\\_IUKH4A6EQMygBegUIARC8Ag..i&docid=e7FWwv3AkBVBpM&w=1200&h=584&q=ampli%20a%20ampoule&hl=fr&ved=2ahUKEwiLt6TrYbxAhWJ\\_IUKH4A6EQMygBegUIARC8Ag](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fdfxqtqxztmxe.cloudfront.net%2Fimages%2Farticle%2Fjadis%2FJADISORCHESTRABS%2Forchestra-black-silver_5afc21ca57488_1200.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.son-video.com%2Frayon%2Fhaute-fidelite%2Famplificateurs%2Famplis-a-tubes&tbid=L6vwZRDEQeWP7M&vet=12ahUKEwiLt6TrYbxAhWJ_IUKH4A6EQMygBegUIARC8Ag..i&docid=e7FWwv3AkBVBpM&w=1200&h=584&q=ampli%20a%20ampoule&hl=fr&ved=2ahUKEwiLt6TrYbxAhWJ_IUKH4A6EQMygBegUIARC8Ag), valide à la date du 08/06/2021
- [7] Figure : “Exemple d’un premier amplificateur à lampe”,  
<https://www.guitariste.com/share/articles/2016/07/dossier/image1-3.jpg>, valide à la date du 08/06/2021
- [8] Figure : “Tomato Blaster”,  
<https://www.tube-town.net/cms/userfiles/images/lov-projekte/tomato-00.jpg>, valide à la date du 08/06/2021
- [9] <http://www.musiqueguitare.fr/fonctionnement-dune-guitare-electrique/>, consulté le 23/05/2021
- [10] [https://en.wikipedia.org/wiki/Leo\\_Fender](https://en.wikipedia.org/wiki/Leo_Fender), consulté le 31/04/2021
- [11] <https://www.vintageandrareguitars.com/products/1954-fender-stratocaster-sunburst>, consulté le 14/05/2021
- [12] [https://shop.fender.com/fr-FR/electric-guitars/stratocaster/?rl=en\\_US](https://shop.fender.com/fr-FR/electric-guitars/stratocaster/?rl=en_US), consulté le 02/06/2021
- [13] [https://www.thomann.de/fr/harley\\_benton\\_eguitar\\_kit\\_tstyle.htm?sid=b9476c983508850553627f5b5534a245](https://www.thomann.de/fr/harley_benton_eguitar_kit_tstyle.htm?sid=b9476c983508850553627f5b5534a245), consulté le 26/05/2021
- [14] [https://www.thomann.de/fr/harley\\_benton\\_bassguitar\\_kit\\_pstyle.htm](https://www.thomann.de/fr/harley_benton_bassguitar_kit_pstyle.htm), consulté le 10/05/2021
- [15] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur\\_pour\\_guitare\\_%C3%A9lectrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Amplificateur_pour_guitare_%C3%A9lectrique), consulté le 01/06/2021

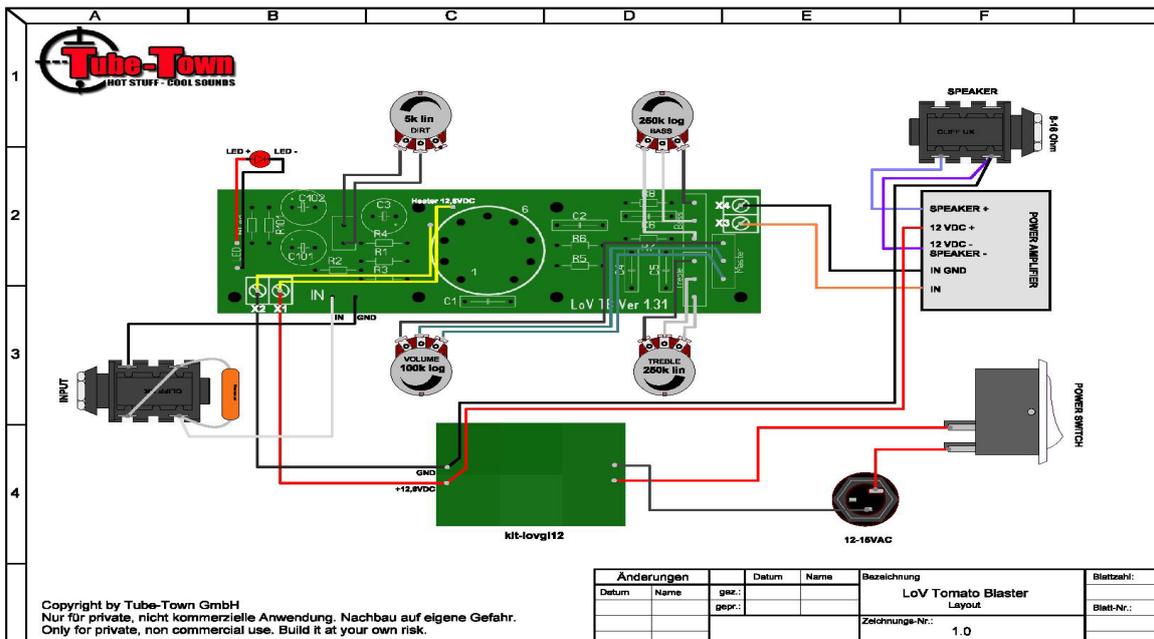
- [16] [https://en.wikipedia.org/wiki/Fender\\_Stratocaster](https://en.wikipedia.org/wiki/Fender_Stratocaster), consulté le 04/06/2021
- [17] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Guitare\\_%C3%A9lectrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Guitare_%C3%A9lectrique), consulté le 07/06/2021
- [18] <https://www.zikinf.com/forums/cablage-stratocaster-position-hors-phase-t5144023.html>, consulté le 05/06/2021
- [19] [https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato\\_Blaster\\_-engl-](https://www.tube-town.net/cms/?DIY/LoV-Projekte/Tomato_Blaster_-engl-), consulté le 01/06/2021
- [20] <https://reverb.com/fr/news/a-timeline-of-high-gain-amplifiers-in-heavy-music>, consulté le 08/06/2021
- [21] <https://www.solfege.org/amplificateurs-a-lampe>, consulté le 06/06/2021
- [22] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tube\\_%C3%A9lectronique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tube_%C3%A9lectronique), consulté le 06/06/2021
- [23] <http://www.tellementnomade.org/theorie-les-tubes-pour-les-nuls/>, consulté le 08/06/2021
- [24] <https://github.com/juanbravo/LTSpiceUT/tree/master/Projets/potentiometer2>, consulté le 10/05/2021
- [25] <http://jeanmanuel.ducret.free.fr/TP/tutorialscad3.pdf>, consulté le 26/05/2021
- [26] <https://www.guitariste.com/guides/amplis,4368,1.html>, consulté le 23/05/2021

## 6. ANNEXES

### 6.1. Documentation technique



*Plan détaillé de conception du Tomato Blaster*



*Plan détaillé de construction du Tomato Blaster*

## 6.2. Propositions de sujets de projets

Cités précédemment dans la conclusion, en terme de continuité suite à ce projet (qui était déjà la suite des projets précédents), nous pouvons proposer comme futurs sujets par exemple :

- étude et construction d'une pédale à effet « reverse »
- étude et construction d'une pédale à effet « loop »
- impact des matériaux utilisés sur une guitare/un amplificateur