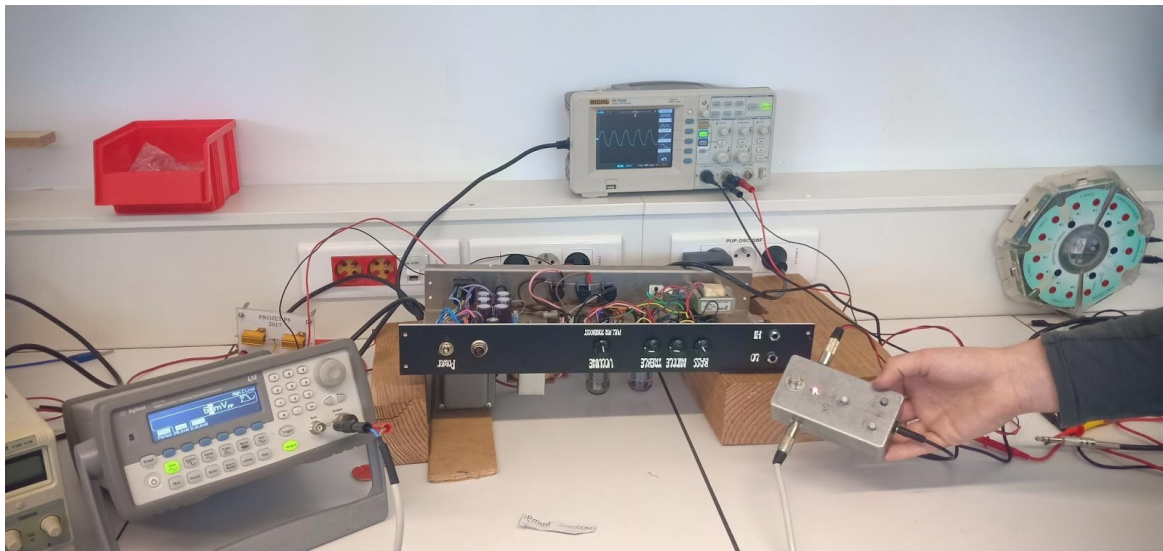


## **Amplificateur à lampe pour guitare électrique : Etude et ajout de pédale de son.**



**Etudiants :**

**Alice BOMBES DE VILLIERS**

**Coline STEININGER**

**Lucas CHILLON LEACH**

**Robin SABE**

**Rym KHELIF**

**Hanyan ZHOU**

---

**Enseignant-responsable du projet :**

**Monsieur Richard GRISEL**

*Cette page est laissée intentionnellement vierge.*

---

Date de remise du rapport : 17/06/2019

Référence du projet : **STPI/P6/2019 – 43**

Intitulé du projet : **Amplificateur à lampe pour guitare électrique. Étude et ajout de pédale de son.**

Type de projet : **expérimental, simulation**

Objectifs du projet :

**L'objectif de ce projet est de réaliser une étude théorique et expérimentale de deux pédales de son pour guitare électrique, la pédale Screamer et la Banana booster.**

**Dans un premier temps, l'étude théorique a pour but de nous faire comprendre le fonctionnement de la pédale. Nous avons fait un schéma électronique et une simulation sur Ltspice.**

**Dans un second temps, l'objectif est de monter entièrement une pédale et de tester son fonctionnement.**

Mots-clefs du projet : **pédale, électronique, simulation, expérimentation,**

## TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	6
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	7
3. Travail réalisé et résultats.....	7
3.1. Point Historique.....	7
3.2. Fonctionnement d'une pédale :.....	8
3.3. Simulations.....	9
3.3.1. Screamer.....	9
3.3.2. Banana booster.....	12
3.4. Montage.....	13
3.4.1. Screamer.....	13
3.4.2. Banana booster.....	15
3.5. Expérimentation et résultats.....	16
3.5.1. Screamer.....	16
3.5.2. Banana booster.....	17
4. Analyse et comparaison des deux pédales.....	18
5. Conclusion et perspectives.....	19
6. Bibliographie.....	20
7. AnNEXES.....	21
7.1. Schéma électronique du constructeur pour la pédale Screamer.....	21
7.2. Schéma Ltspice entier de la pédale Screamer.....	21
7.3. Gain de sortie de la pédale Screamer.....	21
7.4. Liste des composants de la pédale Screamer.....	21

## NOTATIONS, ACRONYMES

## 1. INTRODUCTION

Dans le cadre de notre cours de P6 nous avons réalisé un projet qui nous a permis d'étudier deux sortes de pédales à effet pour guitare et basse électriques, la pédale Screamer et la Banana booster.

Les pédales à effet ont pour but de déformer le signal émis par la guitare afin de changer le son originel de celle-ci. Il en existe un grand nombre avec des effets différents. Par exemple des effets de saturation, de filtre ou encore les effets temporels.

Les objectifs principaux de ce projet étaient d'étudier ces pédales, de simuler leur fonctionnement à l'aide du logiciel Ltspice, de les construire et de les tester sur nos propres instruments de musique.

Dans ce rapport, nous commencerons par vous présenter notre méthodologie et la répartition du travail dans notre projet. Ensuite, nous nous consacrerons au travail réalisé tout au long du semestre, de l'étude théorique des pédales aux tests sur guitare, en passant par le montage et les difficultés rencontrées. Dans une troisième partie, nous analyserons et donnerons une comparaison des deux pédales étudiées. Enfin, pour terminer, nous ferons un bilan sur ce projet et ce qu'il nous a apporté.

## 2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Notre projet s'est divisé en deux parties : une partie simulation théorique qui nous a apporté une meilleure compréhension du système étudié. Puis une deuxième partie pratique qui a fait appel à notre dextérité et notre précision. Nous souhaitons que chacun participe à sa manière dans les deux parties.

Nous avons commencé par se séparer en deux équipes. Ainsi, nous avons étudié trois par trois les deux pédales distinctement. Robin, Rym et Alice se sont occupés de la pédale Screamer, tandis que Coline, Lucas et Hanyan se sont concentrés sur la Banana Booster.

Au sein de nos petits sous-groupes, nous avons réalisé la plupart des étapes de ce projet ensemble.

A la fin du projet, suite à de petits problèmes rencontrés sur la Banana Booster, nous avons fusionné les deux équipes. Nous nous sommes tous concentrés sur les tests de la pédale Screamer et la rédaction du rapport.

## 3. TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTATS

### 3.1. Point Historique

Le son changé et distordu était recherché depuis bien longtemps avant l'apparition de la première pédale. En effet dès les années 40, les défauts de certains amplificateurs plaisaient à quelques musiciens à la recherche de sons plus originaux. On parle de défaut car à cette époque la distorsion était vue comme une imperfection, la musique devait être claire et de qualité sonore.

Chuck Berry et Willie Johnson font partie des premiers à trouver un intérêt à la distorsion et n'hésitent pas à utiliser cette "imperfection" et à pousser leurs amplificateurs pour saturer le son. D'autres remarquèrent que de simples lampes ou haut-parleurs défectueux produisaient un son distordu, ou encore certains enlevèrent complètement les lampes.

Dans les années 60 on a vu une popularisation de la saturation. Le titre "The fuzz" de Grady Martin fut un choc pour le monde de la guitare et de nombreux artistes

souhaitèrent retrouver le son de sa guitare. C'est en 1962 que la première pédale fuzz apparaît. En effet l'invention du transistor, en 1947, a permis de créer des petits circuits électroniques et c'est grâce à lui que les pédales ont vu le jour.

La première pédale commercialisée est le MAESTRO FZ1 Fuzztone en 1962.

### 3.2. Fonctionnement d'une pédale :

Une pédale est un appareil électronique qui se contrôle à l'aide du pied, il sert à déformer le son d'un instrument amplifié, dans notre cas nous avons étudié les pédales pour guitare électrique et guitare basse.

La pédale est composée de :

Une sortie output qui permet de récupérer le signal obtenu et le renvoyer vers l'amplificateur, à travers un câble jack.

Des potentiomètres qui permettent de modifier différents paramètres à la main, par exemple le drive, la tonalité, le volume.

Une entrée input par laquelle entre le signal émis par la guitare à travers un câble jack

Un circuit électronique qui modifie le signal d'entrée pour obtenir l'effet désiré

Un interrupteur/bouton activé par le pied du guitariste pour l'enclencher et dé enclencher la pédale



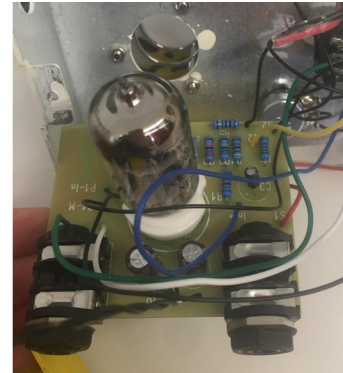
Pour fonctionner les pédales d'effet ont besoin d'une alimentation électrique, soit des piles, soit une alimentation externe. Elles sont généralement placées entre la guitare et l'amplificateur.

La pédale Banana Booster est une pédale plus particulière. Elle utilise une lampe ou tube à vide afin d'amplifier le signal.



Le tube électronique a longtemps été le seul composant actif existant, c'est à dire, le seul qui permettait d'augmenter la puissance d'un signal. Aujourd'hui le tube électronique a été remplacé par des semi-conducteurs (transistors et dérivés) à l'exception de certains domaines comme l'amplification audio ou les hyperfréquences (fours à micro-ondes). Le premier tube à vide date de l'année 1904, quand le scientifique John Ambrose Fleming crée la diode à vide.

Un tube électronique est composé de plusieurs électrodes reliées à une source d'électrons, placées dans le vide ou dans un gaz. Les lampes utilisent l'effet thermoïonique afin de créer des électrons libres. Quand le filament chauffant (cathode) est chaud, il relâche des électrons dans le vide (effet thermoïonique). Le résultat est un nuage d'électrons chargé négativement appelé charge d'espace. Dans notre cas la lampe réalise la fonction de plusieurs triodes. Entre l'anode et la cathode se situe une grille de commande. En modulant la tension appliquée sur cette grille par rapport à la cathode, on fera varier la quantité d'électrons qui arrivent sur l'anode depuis la cathode. Finalement une charge en série dans l'anode convertira la variation de courant en une variation de tension et puissance. L'amplification est donc réalisée.



Lampe de la pédale  
Banana booster

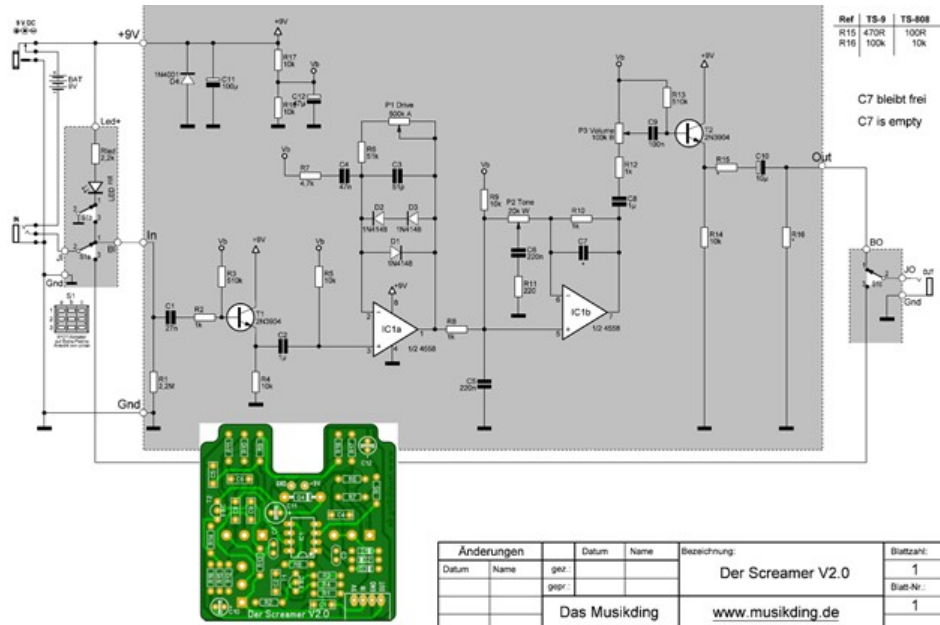
Le tube à vide est donc un composant très fragile et doit être manipulé avec précaution. Afin de faciliter son remplacement et d'éviter des soudures, les terminaisons de la lampe ont une forme de broche qui s'introduit dans le support de tube électronique.

### 3.3. Simulations

La première étape de ce projet fut la réalisation de simulations. En effet à l'aide de plans trouvés sur internet, nous avons conçu les schémas des montages électroniques des différentes pédales sur le logiciel LtSpice.

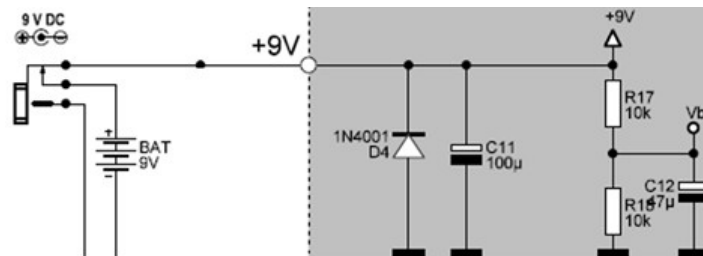
#### 3.3.1. Screamer

Voici ci-dessous le schéma constructeur de la pédale de son Der screamer V2 :



Pour faciliter l'étude théorique, les simulations et les expérimentations ce schéma peut être séparé en une partie alimentation plus quatre étages principaux.

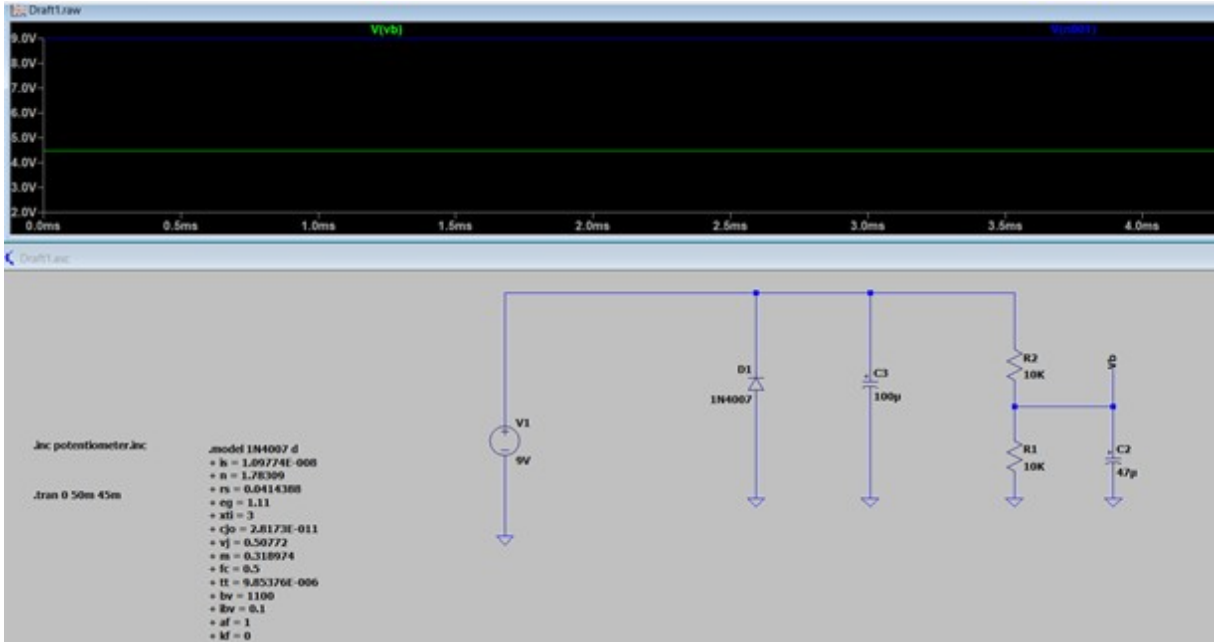
**Alimentation :**



Tout d'abord l'alimentation en entrée peut être réalisée par une alimentation en 9V en courant continu (DC) ou tout simplement par une pile 9V. Cette entrée 9V externe est commune à tous les étages. L'étage ci-dessus permet de générer la tension Vb égale à 4,5V utilisée comme tension de polarisation par tous les étages. On remarque un pont diviseur de tension sur partie droite du schéma ainsi avec la loi des mailles et la loi d'Ohm on a . Cette tension Vb est séparée de la masse AC par le condensateur C12 qui fait office de jonction entre les deux résistances et cette masse.

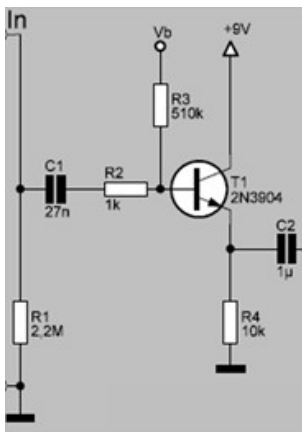
De plus le système d'alimentation a été réalisé de telle sorte que, lorsque la pédale de son est alimenté par la DC jack, la prise d'entrée commute la borne de batterie moins à la terre. Lorsqu'aucune DC jack est utilisée la batterie 9V prend le relais (à noter que notre pédale ne comporte pas cette batterie).

Simulation de l'étage sur Ltspice :

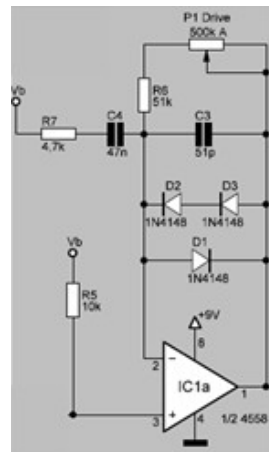


**Quatre autres étages :**

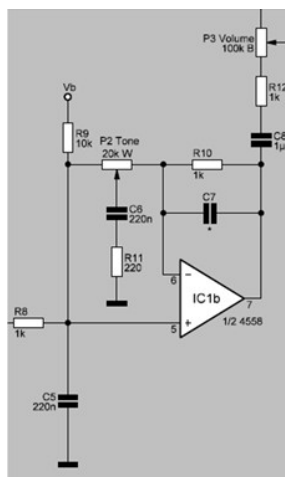
Etage tampon d'entrée :



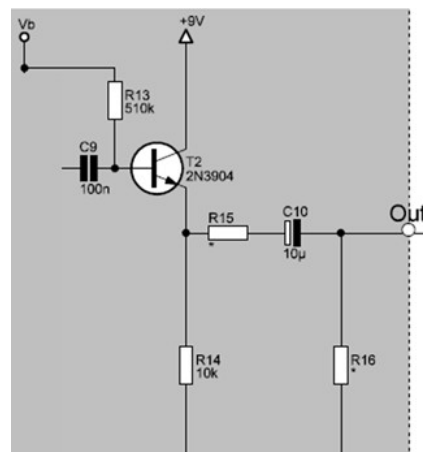
Etape rognage :



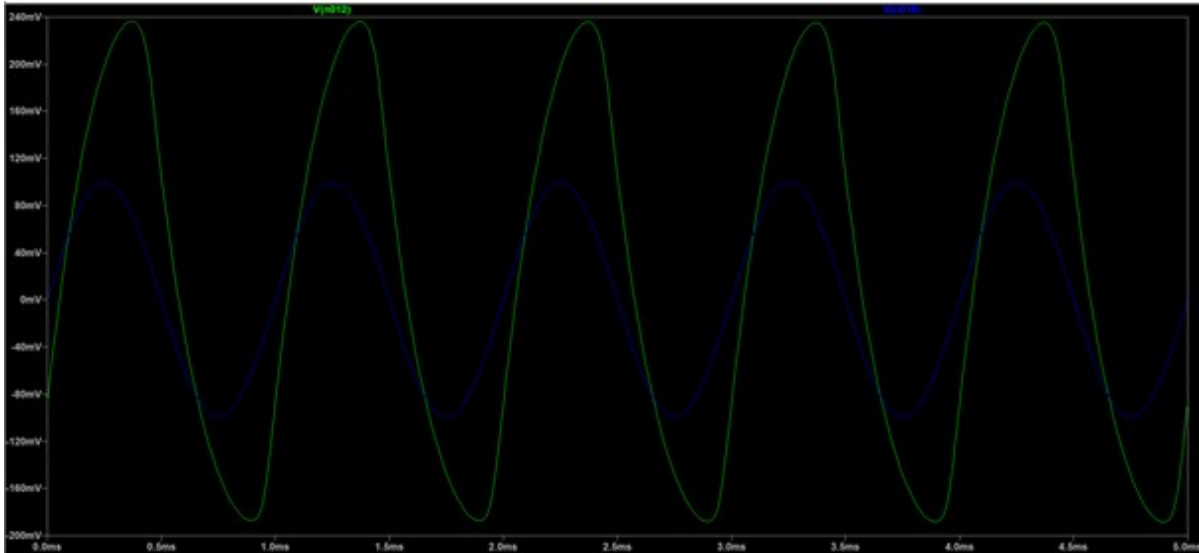
Niveau de réglage de tonalité et de volume :



Etage tampon de sortie :



La simulation finale sur l'ensemble de la pédale nous donne un signal overdrive typique. C'est un signal sinusoïdal, écrêté avec une distorsion douce.

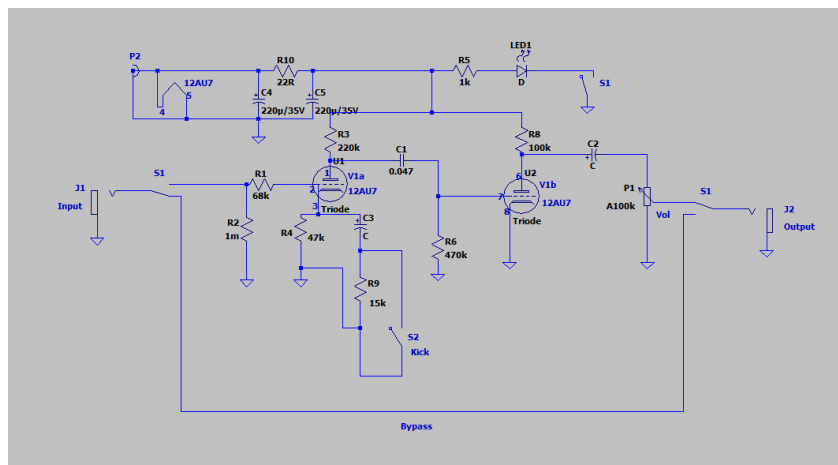


Signal obtenu avec la simulation Ltspice.

### 3.3.2. *Banana booster*

En ce qui concerne la Banana Booster le problème principal rencontré a été de trouver des plans sur internet qui correspondent à la pédale commandée. Nous avons trouvé un premier plan, cependant celui ci correspondait à une version 1 de la Banana Booster. La notre est une version 5. Or, tous les plans trouvés sur internet pour la version 5 ne correspondaient pas du tout la carte électronique reçue.

Nous n'avons pas de bon modèle pour la réalisation de la simulation sur Ltspice. Nous avons quand même réalisé différents étages en s'inspirant des différents plans cependant la simulation finale sur l'ensemble de la pédale n'a pas fonctionné.



Simulation Ltspice Banana Booster

En conclusion, cette partie fut assez compliquée car nous n'avions pas acquis toutes les bases pour utiliser le logiciel LTSPICE. De plus, nos simulations n'ont pas toutes fonctionné ce qui est dommage. Cependant nous avons réussi à avoir un signal théorique pour la pédale screamer grâce à cette simulation et nous pourrions le comparer au signal expérimental obtenu après le montage.

### **3.4. Montage**

Après avoir reçu les kits contenant les composants des différentes pédales nous avons pu commencer le montage. Cette partie du projet s'est déroulée en plusieurs étapes. Premièrement nous avons fait l'inventaire des différents composants des pédales, puis nous avons procédé à l'assemblage des éléments.

#### **3.4.1. Screamer**

Avant de commencer à travailler sur la pédale, il nous a fallu faire l'inventaire des pièces à notre disposition et vérifier qu'elles étaient bien toutes présentes dans le kit reçu. Nous avons alors téléchargé la liste des composants sur le site (voir ANNEXE 4 : liste des composants de la pédale Screamer), puis nous avons vérifié l'état et les valeurs des pièces une à une. Nous les avons chacune identifiées afin de connaître leur place sur la carte électronique ou dans le boîtier de la pédale. Nous avons remarqué que nous avons quelques pièces supplémentaires non mentionnées sur la liste. Elles servent de pièces de rechange.

Ensuite nous avons procédé à l'assemblage de la pédale. Nous avons choisi de commencer par percer le boîtier aux endroits correspondants aux boutons de réglages. Il a fallu percer aussi au niveau des ports pour les branchements extérieurs. Nous devons donc déterminer l'emplacement des trous à effectuer et les marquer avant le perçage.

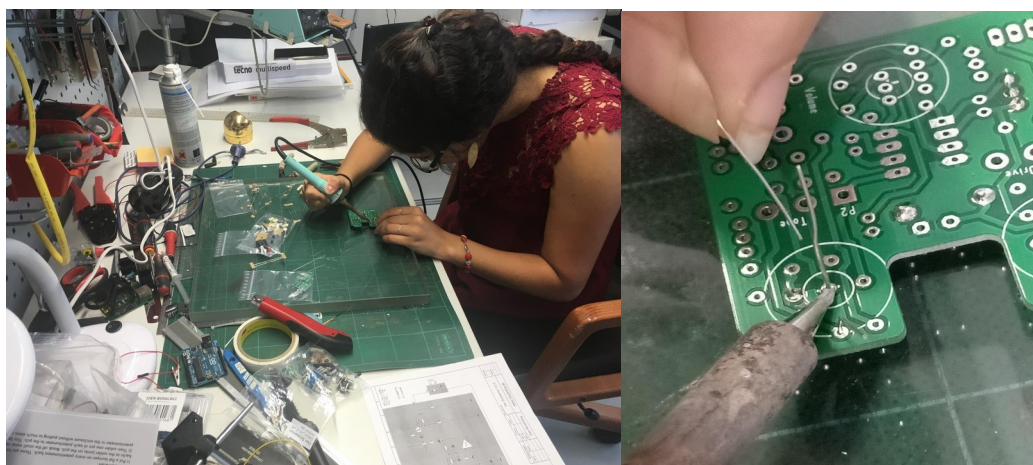
Aucun de nous n'ayant percé auparavant, les techniciens nous ont montré la technique puis nous ont laissé faire, toujours sous leur supervision. Chacun de nous a effectué au moins un perçage sur le boîtier.

Nous sommes ensuite passés à la soudure des composants sur la carte. Là encore nous ne savions pas faire et les techniciens nous ont appris à utiliser le matériel en toute sécurité. Comme pour le perçage, nous avons chacun soudé plusieurs composants, afin de pouvoir se faire la main et apprendre. Lors de cette étape, il fallait faire attention à la place des composants sur la carte. Nous nous sommes donc appuyés sur le schéma (ANNEXE 1 : Schéma électronique du constructeur). Il était important de souder chaque pièce de la plus petite à la plus grande afin de faciliter notre travail. Il fallait également faire attention à ne pas souder les composants à l'envers et vérifier à chaque fois leur sens, et notamment les + et –



des condensateurs. Il s'est avéré plus tard que nous nous étions trompé de sens pour un composant, nous avons donc appris à dessouder, avant de remonter la pièce dans le bon sens.

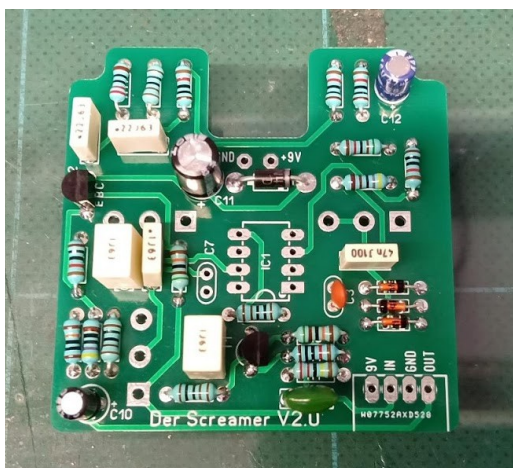
C'est une étape difficile qui demande de la précision et de la rigueur.



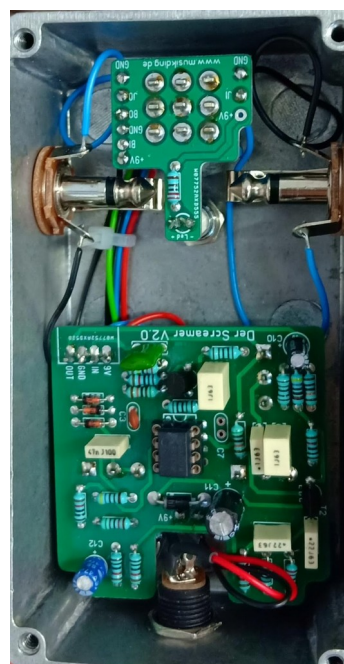
Images soudure

Une fois chaque composant soudé sur la carte, nous avons pu ajouter les plus grosses pièces, assembler le tout dans le boîtier et faire le câblage.

Nous n'avons pas fermé le boîtier immédiatement car nous avons besoin d'avoir un œil à l'intérieur de la pédale pour l'expérimentation.



Carte électronique avec ses composants soudés



Vue de l'intérieur de la pédale entièrement montée

### 3.4.2. *Banana booster*

Le processus de montage de la pédale Banana Booster a été approximativement similaire à celui de la Screamer.

Pendant l'inventaire nous nous sommes rendu compte qu'un condensateur était manquant dans le kit initial. Cependant nous avons pu trouver notre bonheur dans l'atelier de l'INSA.

Durant la construction nous n'avons pas rencontré de problème si ce n'est que des soucis sur la concordance des plans et de la carte électronique fournis. La décoration en spray de la boîte nous a pris un moment donc nous avons dû attendre avant de faire le câblage final.

Nous avons tout de suite pensé à cette décoration grâce au nom de la pédale. Nous sommes donc rapidement allé acheter de la peinture en spray. Il a fallu commencer par une couche d'enduit pour que le spray adhère à la surface, puis nous avons pu peindre le fond et enfin nous avons découpé un pochoir au cutter et avons peint les bananes sur les deux cotés. La peinture en spray étant plutôt utilisée sur des grandes surfaces telles que les parois d'un immeuble, la peinture a quelque peu débordé sur le fond mais nous sommes satisfait de l'esthétique obtenue.



En conclusion cette partie constitue une part très importante de notre projet et elle nous a pris beaucoup de temps. Chacun a pu y participer même si bon nombre d'entre nous perçait, soudait et réalisait un montage électronique pour la première fois. Nous avons tous aimé cette étape qui fut très intéressante.

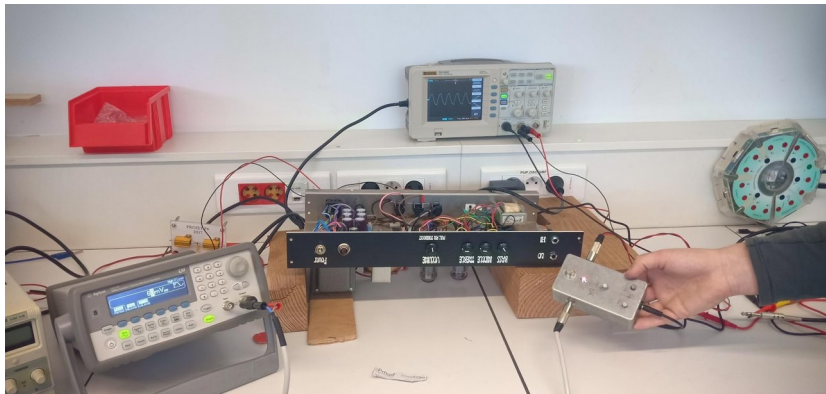
### 3.5. Expérimentation et résultats

Une fois les pédales entièrement montées, la prochaine étape du projet est de les tester, tout d'abord avec un oscillateur pour mesurer la tension et vérifier qu'elles fonctionnent sans problème. Puis on teste les pédales avec une guitare électrique et un amplificateur.

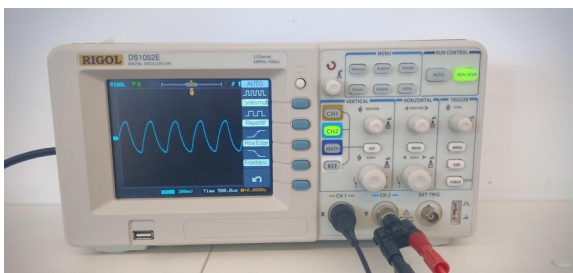
#### 3.5.1. Screamer

Pour la pédale Screamer nous avons commencé par réaliser les tests avec l'oscillateur. Nous avons réglé une petite tension : 60 mVpp, et une fréquence à 1.000,000 kHz.

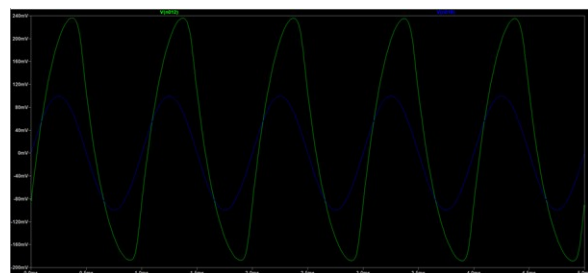
Pendant notre premier test de visualisation du signal de sortie de la pédale à l'oscilloscope, aucun signal n'était obtenu et une odeur de chaud émanait. Cela était dû au fait que sur le schéma qui nous était fourni le 9V et le GND ont été inversés. Après inversion de ces deux câbles, nous avons pu commencer les tests et continuer nos expérimentations en toute tranquillité.



Test à l'oscillateur



Signal obtenu à l'oscillateur



Signal obtenu avec la simulation



Nous avons finalement obtenu un signal ondulatoire cohérent. La figure du signal de sortie de la pédale Screamer correspond à l'étude théorique et aux simulations.

Après cela nous étions confiants quant au fonctionnement de la pédale. La vérification point par point du circuit électrique n'a donc pas été nécessaire. Nous nous sommes focalisés sur les tests avec guitare, amplificateur et pédale, sans prendre le risque d'abîmer le matériel.



Test sur guitare avec Robin

### 3.5.2. *Banana booster*

Nous avons finalement testé la pédale avec une guitare sur un amplificateur présent à l'Insa. Elle n'a pas fonctionné tout de suite donc avec l'aide de nos professeurs nous avons modifié le câblage. La pédale n'a toujours pas fonctionné et nous pensons que les plans disponibles sur internet ne correspondent pas avec le modèle qui nous a été envoyé, ainsi nous avons dû supposer certains branchements avec les professeurs. Malheureusement nous ne sommes pas arrivés au bout, la pédale n'a pas fonctionné.

Nous nous sommes donc plus concentrés sur les tests de la pédale Screamer pendant les dernières séances de projet.

## 4. ANALYSE ET COMPARAISON DES DEUX PÉDALES

Il est difficile d'effectuer une comparaison classique car l'une des pédales étudiées n'a pas fonctionné. La Banana Booster n'a malheureusement pas marché donc Lucas, Hanyan et Coline se sont réunis sur l'autre pédale.

Cependant nos deux pédales n'ont rien à voir l'une avec l'autre. En effet la banana booster est une pédale à lampe, elle confère donc un son plus chaud à la guitare. Ce type de sonorité est très apprécié par les musiciens dits « de la vieille école » et ils jouent généralement sur des amplificateurs à lampe.

La pédale Screamer est une overdrive classique, il s'agit d'une réplique du tube Screamer TS-9 d'Ibanez. La pédale apporte un gain très doux utilisé notamment pour le blues mais envoie suffisamment pour un son rock. Elle a été utilisée par Stevie Ray Vaughan et John Mayer par exemple. Elle offre un résultat magnifique lorsqu'elle est branchée sur un amplificateur à lampe avec une Stratocaster.

En ce qui concerne le travail réalisé sur les deux pédales, la procédure était la même pour les deux mais les simulations et montages se sont passés différemment. En effet du côté de la banana booster les choses ne se sont pas déroulées de la même manière puisque nous nous sommes davantage impliqués dans l'esthétique et la décoration de celle-ci.

## 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En termes de temps, la plus grande partie de notre projet aura été de nous familiariser avec des schémas électriques, identifier et comprendre à quoi sert chacun des composants. Puis prendre en main le logiciel Ltspice, très utilisé dans le domaine de l'électronique, afin de réaliser différentes simulations du fonctionnement de nos deux pédales de son. Cependant nous sommes tous d'accord pour dire que la partie la plus « amusante » aura été de monter nos deux pédales, nous amenant ainsi à réaliser des opérations de perçage et de soudage. Nous remercions Helène Rade, Pascal Williams et Mickael Jolly pour leur aide dans la réalisation de ces étapes. Enfin, nous avons pu réaliser nos tests avec guitare sur la screamer et profiter de son son mélodieux.

Grâce à ce projet, nous avons pu, non seulement acquérir des connaissances techniques dans le domaine de l'électronique, mais aussi prendre goût à la rigueur, notamment en réalisant des soudures propres et des perçages précis pour que les trous soient parfaitement alignés avec l'emplacement de nos potentiomètres.

Pour finir, en ce qui concerne les perspectives de ce projet, il pourrait être intéressant de changer les composants fournis par le constructeur par d'autres plus performants et comparer les résultats obtenus en terme de simulation, de changement du gain, de rendu à la guitare etc. Par exemple nous pourrions regarder l'impact, sur le son de la pédale, que pourrait avoir l'ajout ou l'enlèvement de diodes en série. Ou encore le changement des diodes 1N4148 par des Leds 1N4001 qui donnerait plus de crunch et un son se rapprochant plus des pédales à lampes.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Pédale\\_d%27effet](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pédale_d%27effet)

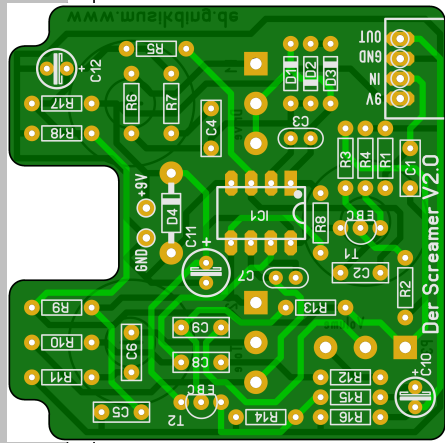
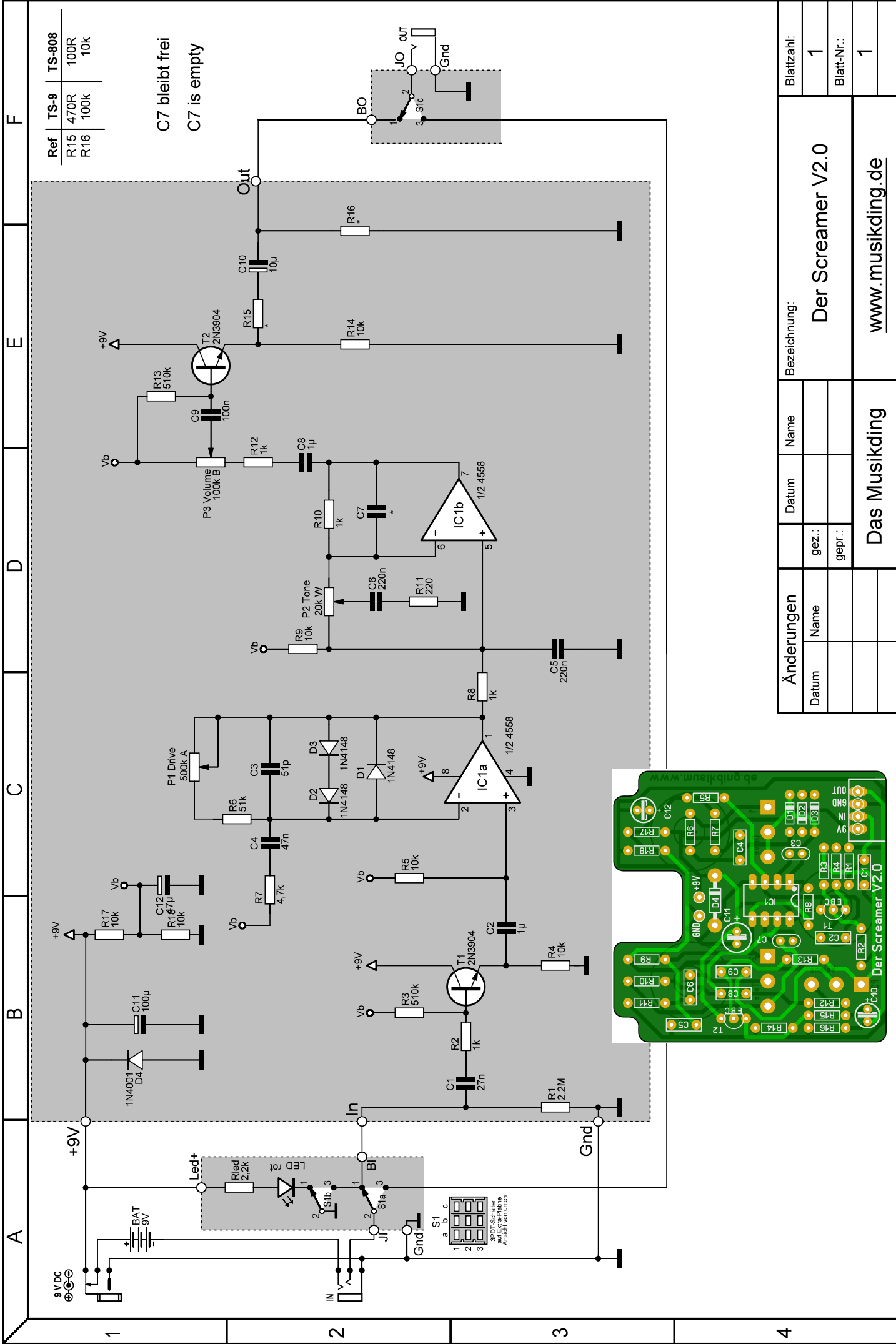
<https://www.hguitare.com/communaute/blog/materiel/pedales-effet-guitare>

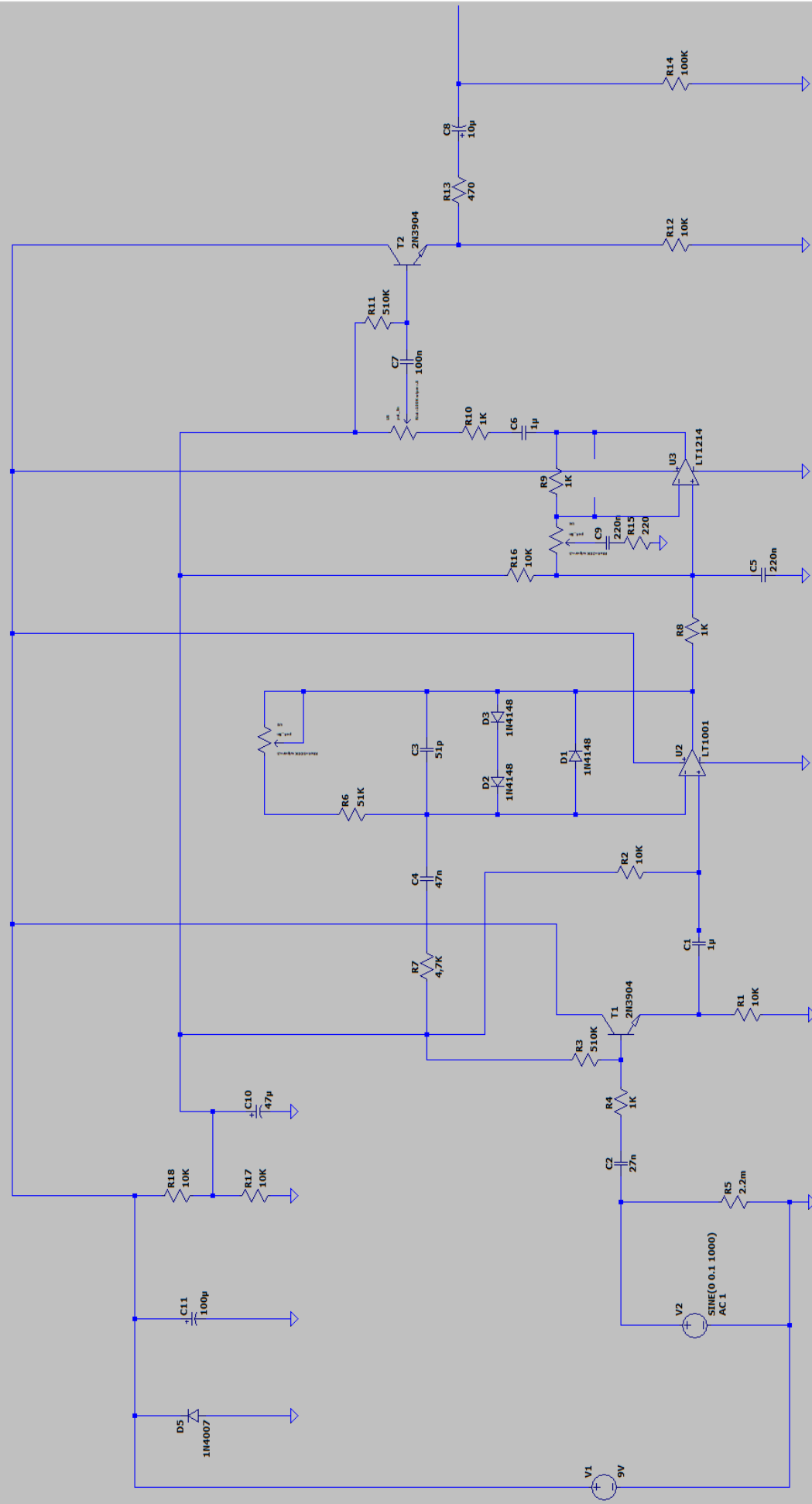
<https://fr.audiofanzine.com/fuzz-guitare/editorial/dossiers/legendes-l-histoire-des-grandes-pedales-de-fuzz.html>

<http://diyguitareffects.blogspot.com/2013/04/realisation-dune-pedale-de-distortion.html>

## **7. ANNEXES**

- 7.1. Schéma électronique du constructeur pour la pédale Screamer**
- 7.2. Schéma Ltspice entier de la pédale Screamer**
- 7.3. Gain de sortie de la pédale Screamer**
- 7.4. Liste des composants de la pédale Screamer**



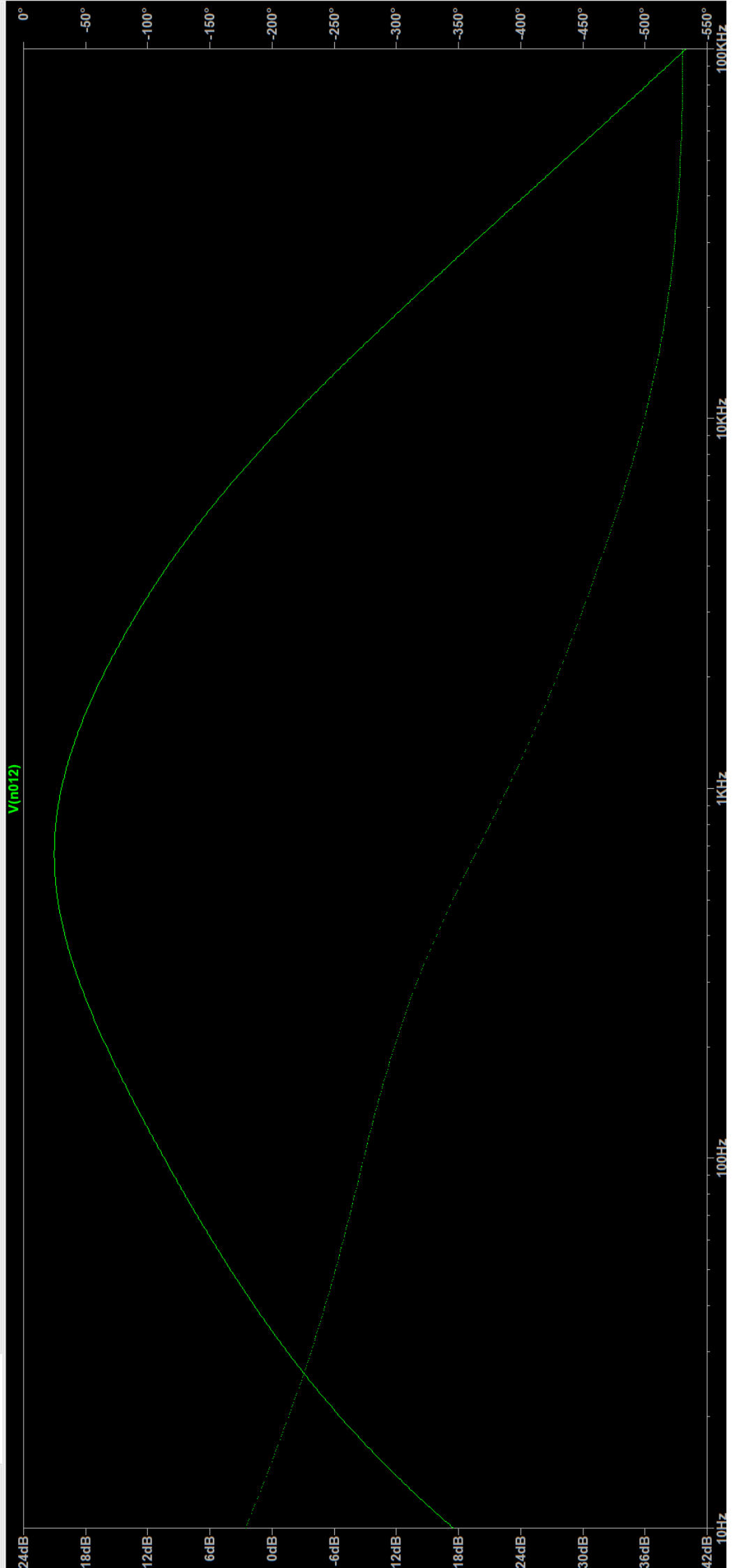


.inc potentiometer.inc

```
.tran 0 50m 45m
model 1M4007 4
+n = 1.09774E-008
+r = 1.78309
+rs = 0.0414388
+eq = 1.11
+x1 = 3
+cj0 = 2.8173E-011
+vj = 0.50772
+m = 0.318974
+fc = 0.5
+tt = 9.85376E-006
+bv = 1100
+ibv = 0.1
+rs = 1
+Rf = 0
```

.tran 0 50m 45m

LTspice XVII - [Screamerac.raw]  
File View Plot Settings Simulation Tools Window Help  
Screamerac.asc Screamerac.raw





**Der Screamer v2**

Bag 70x100	Qty.
Resistor 100R	1
Resistor 10k	7
Resistor 1k	4
Resistor 510k	2
Resistor 4,7k	1
Resistor 51k	1
Resistor 220R	1
Resistor 2,2k	1
Resistor 470R	1
Resistor 100k	1
Resistor 2,2M	1
1N4001	1
LED red 5mm	1
1N4148	3

**Bag 70x100**

Bag 70x100	Qty.
Folie 27nF	1
MKT 1uF	2
MKT 0,1uF	1
MKT 47nF	1
MKT 0,22uF	2
Ceramic disc 51pF	1
Elko 47uF	1
Elko 10uF	1
Elko 100uF	1
2N3904	2
RC4558	1
3 Pin Inline Socket	2
8 Pin IC socket	1

**Bag 120x170**

Bag 120x170	Qty.
Alpha Potentiometer angled print 20k W	1
Alpha Potentiometer angled print 500k log	1
Alpha Potentiometer angled print 100k lin	1
Bumper 12,7mm (potentiometer back)	3
Phone jack Mono	2
3PDT footswitch	1
DC jack isolated	1
LED bezel 5mm chrome	1
Bumper self-adhesive (4 pcs.)	1
Wirebag small	1

**Bag 70x100**

Bag 70x100	Qty.
Pcb "Der Screamer v2"	1
Pcb "3PDT" Connector	1