

# Fabriquez votre propre saturation

## Histoire des saturations

Au milieu des années 50, lorsque les guitares électriques sont devenues populaires, tous les amplificateurs étaient conçus pour la voix et ne donnaient pas vraiment satisfaction aux guitaristes. La seule façon d'obtenir une saturation consistait à pousser le volume à fond et espérer que les tubes ne fondent pas (ou que les voisins n'appellent pas les flics =). Arrivent les années 60, les guitaristes découpent les cônes de leurs HP pour obtenir un son brouillé. Plus tard, les premières pédales de saturation sont conçues afin de simuler le son des cônes découpés et des amplis saturés. Actuellement tous les amplis possèdent un mode saturation, mais celle-ci reste très populaire en tant qu'effet. Nous allons maintenant parler de la façon de créer de la saturation dans une pédale.

## Types de saturation

Lorsqu'on parle de saturation, on entend souvent les mots overdrive, fuzz et crunch. Ces mots décrivent le type de saturation que peuvent donner un ampli ou une pédale. L'Overdrive donne un son brut et plutôt doux tandis qu'une Distortion donne un son plus rugueux. Le Fuzz est une saturation métallique, très dure qui transforme le son d'une guitare en un son plus désorganisé. Le Crunch n'est pas un type spécifique de saturation, c'est plutôt un mélange entre un overdrive et une Distortion. Le son du Crunch ressemble au bruit du craquement des céréales et du son d'une guitare. Cette catégorisation ne s'applique pas à tous les effets du commerce, par exemple Craig Anderton appelle toutes ses saturations « fuzz », que ce soient des Distos, des overdrives ou des fuzz. Par exemple la Tube-soud Fuzz de Craig Anderton est un Overdrive.

## Création de la saturation

La meilleure distortion/overdrive est obtenue avec les lampes qui sont saturées afin de créer un son doux et chantant (lol ! ndt). Rien ne peut imiter les lampes, même si des millions d'effets « simulateur de son lampe » sont disponibles, ils ne peuvent pas recréer le « vrai son » des lampes (il en existe tout de même d'excellents). Habituellement les effets de saturation utilisent un circuit solid state comme les transistors, les amplis-opérationnels ou les diodes, mais quelques effets de saturation utilisent aussi des lampes (comme le Red Hot Chili's Tubester ou le Kit PAiA Stack In a Box). Voici les effets de saturation les plus classiques :

### 1) Saturation des transistors

De la même façon que l'on sature les lampes, les transistors sont saturés en les réglant pour qu'ils atteignent leur plage maximale d'amplification. Cela crée un son sale et saturé. D'habitude les « fuzzboxes » utilisent des transistors saturés. Regardez les différents schémas de clones Fuzz Face pour comprendre ce que je veux dire. Tous les types de transistorsaturent différemment. Les transistors au silicium créent un son sale et métallique. Les transistors au Germanium ont un son plus doux. Ceux-ci étaient utilisés à la fin des années 60 sur la Fuzz Face originale par exemple. Les transistors unipolaires comme les JFETS et les MOSFETS sont plus doux et ressemblent plus au son des lampes.

### 2) « Hard » diode clipping

C'est une façon très répandue pour créer de la saturation. Deux diodes de sens opposés sont reliées à la masse afin d'écarter le signal et donc créer de la saturation. Regardez la MXR Distortion+ et la ProCo Rat pour comprendre ce que je veux dire. Réalisé en général avec des diodes au silicium (mais on peut utiliser des diodes germanium, des DEL, des diodes zener. Ndc)

### **3) « Soft » diode clipping**

Une autre méthode très répandue. On crée un son plus proche de l'Overdrive qu'avec la méthode précédente. On connecte deux diodes sur le signal de retour (boucle de contre-réaction. ndc) d'un transistor ou d'un ampli-op. On arrondit ainsi les crêtes du signal ce qui procure un son qui se rapproche de celui d'une lampe. L'Ibanez TubeScreamer utilise cette méthode.

### **4) Méthodes spéciales**

Il existe évidemment d'autres façon de créer une saturation. Pour en mentionner quelques unes, le clipping par diode zener et les inverseurs de CMOS. Les deux sont utilisés pour reproduire le son des lampes. Les clones lampe d'AMZ utilisent des diodes zener dans la boucle de contre-réaction. Les inverseurs de CMOS (CD4049 habituellement) sont utilisés dans des designs tels que la MXR Hot Tube distortion et la tube-sound fuzz de Craig Anderton.

## Amplificateurs opérationnels :

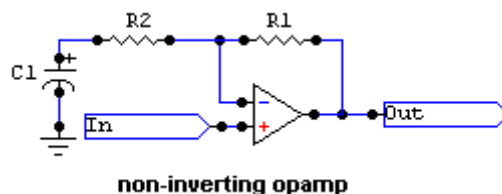
L'ampli-op (ou amplificateur opérationnel) est probablement le composant le plus utilisé pour fabriquer une distortion. Connaître quelques bases à son sujet ne vous fera pas de mal lorsque vous concevrez vos effets. Si vous êtes un grand maître qui-sait-tout du DIY, vous pouvez passer au chapitre suivant puisque vous connaissez probablement tout ce dont nous allons parler ici.

Les amplis-op peuvent être configurés de trois façons :

- 1) Inverseur
- 2) Non-inverseur
- 3) Différentiel

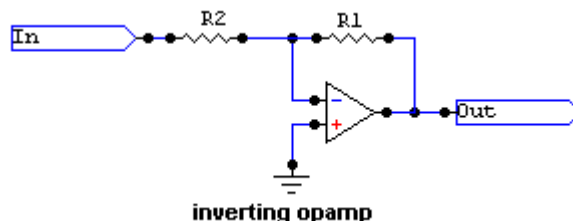
La configuration différentielle est très rare dans les circuits de distortion (je n'en ai jamais vu). Elle n'a aucun avantage et c'est la plus compliquée, nous ne l'étudierons pas.

Un préampli non-inverseur est un montage où l'entrée est connectée à l'entrée non-inverseuse (+) de l'ampli-op et la boucle de contre-réaction se situe entre l'entrée inversée (-) et la sortie.



Le gain d'un montage non-inverseur est défini par les résistances R1 et R2. Le gain vaut  $(R1+R2)/R2$ . Des valeurs de quelques kOhms feront l'affaire. La spécialité du circuit non-inverseur vient de C1. Ce condensateur et R2 forment un filtre passe-haut (expliqué plus tard). L'inconvénient d'utiliser un circuit non-inverseur c'est que le gain sera toujours égal au moins à 1, ce qui signifie que le signal ne pourra être atténué, mais comme ce n'est pas ce que l'on attend d'une distortion, passons.

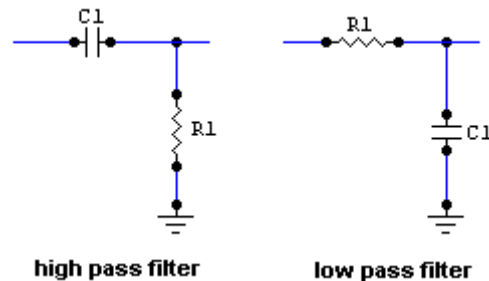
Un préampli inverseur est un circuit où l'entrée est connectée à l'entrée inverseuse (-) du préampli à travers une résistance. L'entrée non-inverseuse (+) est connectée à la masse.



Le gain d'un opamp inverseur est défini par les résistances R1 et R2. Il est égal à  $R1/R2$  afin d'éviter des pertes au niveau du signal, les ampli guitare et les effets doivent avoir une impédance de plus de 100kOhm, ainsi la résistance d'entrée R2 doit être au moins de 100kOhm. Ce qui signifie que pour un gain de 10, R1 devrait valoir 1MOhm ou plus. Malheureusement, des valeurs de résistance élevées entraînent un bruit élevé.

# Filtres passe-haut et passe-bas

Pour fonctionner correctement, un effet doit posséder des filtres afin de réduire les fréquences qui seront amplifiées. Les filtres vont couper les fréquences que nous ne voulons pas amplifier. Comme les hautes fréquences (radio) et les basses fréquences (bruit, hum...). Un simple filtre est formé par une résistance et un condensateur reliés à la terre. Un filtre passe-haut permettra aux fréquences plus grandes que la fréquence limite de passer, les fréquences plus basses seront coupées. Le filtre passe-bas fonctionne à l'inverse.



Pour calculer la fréquence limite on utilise cette formule :

$$f = \frac{1}{2 * \pi * R1 * C1}$$

f est la fréquence en Hertz (Hz)

R1 la valeur de R1 en Ohms

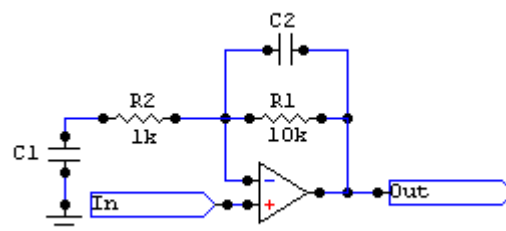
C1 la valeur de C1 en farads (F)

Si C1 est en Microfarads ( $\mu$ F), R1 doit être en MégaOhms. Une bonne plage de fréquence serait 40Hz-30 000Hz (30kHz). Vous pouvez descendre la limite basse de fréquence si vous jouez sur une guitare « down-tuned » et que vous utilisez des cordes à fort tirant (0.13) ou que vous destinez l'effet à une basse. Il ne faudrait pas aller en dessous de 20 Hz, c'est la fréquence audible la plus basse.

Pour calculer la valeur de C1 on utilise la même formule :

$$C1 = \frac{1}{2 * \pi * R1 * f}$$

Exemple de montage :



$$\text{Gain} = (10k+1k)/1k = 11$$

Le gain d'une pédale de saturation se situe normalement quelque part entre 100 et 200.

$$C1 = 1 / (2 * \pi * 0.001M * 40Hz) = 3,9\mu F$$

Comme 3,9 $\mu$ F n'est pas une valeur standard, nous utiliserons 4,7 $\mu$ F ou 10 $\mu$ F.

1 $\mu$ F limiterait la fréquence à 155Hz ce qui serait trop grand pour une guitare « down-tuned » (le Mi Grave est à 82 Hz). Si j'utilisais une basse, je prendrai 10 $\mu$ F qui me donne une fréquence de coupure de 16Hz, sinon je prendrai le 4,7 $\mu$ F avec une fréquence de coupure à 34Hz.

$$C2 = 1 / (2 * \pi * 0.01M * 30000Hz) = 0,00053\mu F = 530pF$$

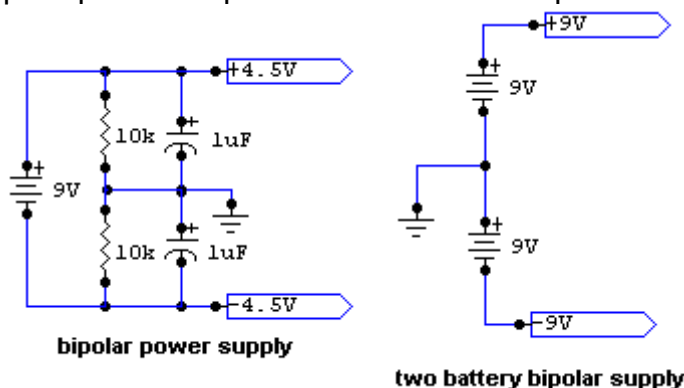
A nouveau, 530pF n'est pas une valeur standard, on prendra 470pF. Cela nous donne une fréquence de coupure de 33863Hz = 33kHz.

## Alimentation

Alimenter un ampli-op n'est pas aussi simple que vous pourriez le penser. Il ne suffit pas de brancher une pile de 9V au V+ et au V-, celui-ci doit être connecté à une alimentation bipolaire ou alors il doit être « biaisé » ou polarisé à la moitié de la tension d'entrée.

### Alimentations bipolaires

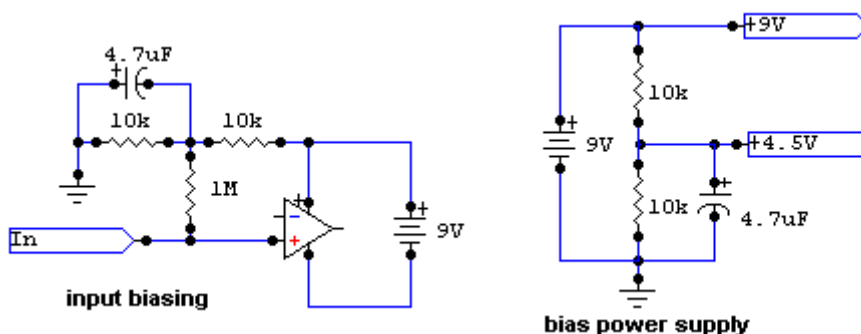
On peut classer les alimentations en deux catégories, bipolaires et unipolaires. Une pile ou un transformateur (on parle ici d'un transformateur « classique » ndt) sont des alimentations unipolaires. De nombreux transformateurs utilisent une alimentation bipolaire. On peut cependant utiliser des piles pour fabriquer une alimentation bipolaire.



On retrouve très rarement le montage avec les deux piles sur les pédales et l'alimentation bipolaire et aussi très rarement utilisée, on la retrouve plus souvent dans les montages des petits amplificateurs. Ces deux montages peuvent être utilisés pour alimenter votre ampli-op si vous ne voulez pas le polariser ou biaiser (expliqué plus loin).

## Réglage du Bias

Le Bias est un moyen courant d'alimenter un ampli-op en utilisant une alimentation unipolaire comme les piles ou les transformateurs. Le réglage s'effectue en connectant deux résistances du +9V à la masse afin de diviser par deux la tension.



les montages ci-dessus sont de simples amplis-op biaisés. Ils possèdent deux résistances connectées du pôle + de la pile à la masse ainsi qu'un condensateur pour réduire le « hum ». On peut retrouver cette façon de faire dans presque tous les effets de saturation. Pour en mentionner quelques-uns, Ibanez TubeScreamer, MXR Distortion+ et ProCo Rat.

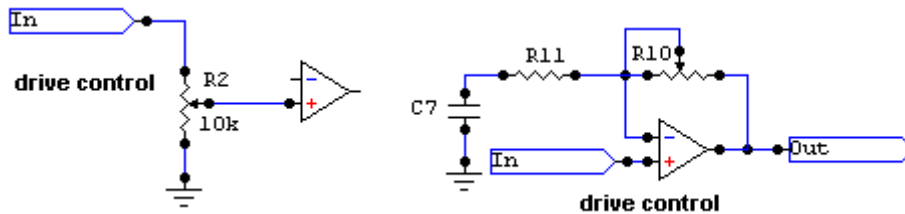
## Choisir son ampli-op

Il y a tellement de types d'ampli-op sur le marché que choisir celui qui vous convient n'est pas si simple. Heureusement, expérimenter n'est pas difficile. La plupart des ampli-op utilisent la même connectique que le 741 (ancien ampli-op très répandu).

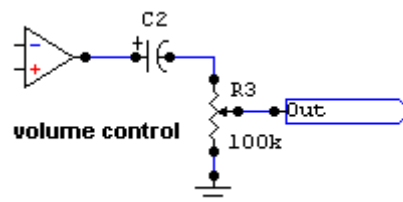
Soudez un support sur votre PCB et vous pouvez facilement échanger les modèles. Vous pouvez essayer des bifets comme le LF351(faible courant émetteur) ou le LF356(faible bruit) ou encore des JFET comme le TL071(faible bruit) ou le TL081(faible courant émetteur).

## Boutons et contrôles

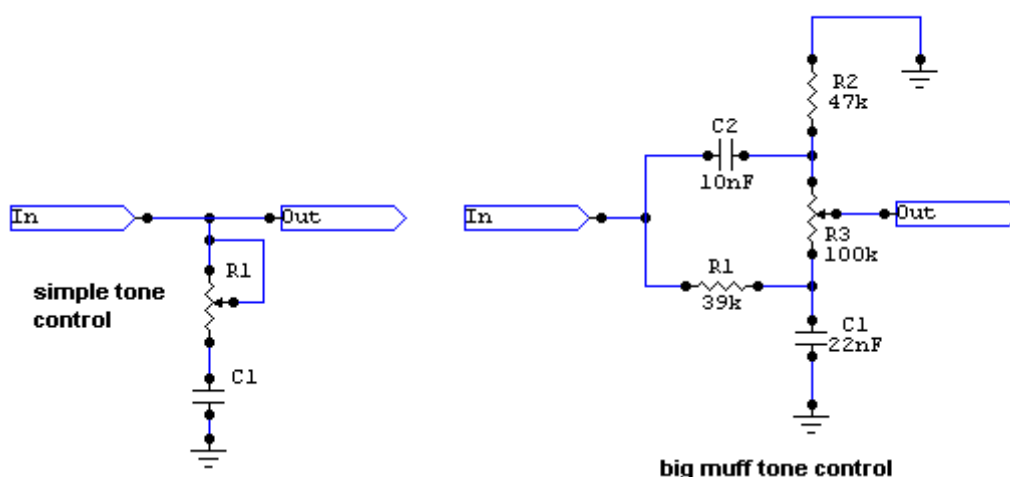
Les effets de saturation possèdent habituellement trois contrôles, Drive, Volume et Tone. Le Drive contrôle la quantité de saturation envoyée. Le Volume contrôle la quantité de signal envoyé à l'ampli. Le contrôle de Tone est normalement un filtre passe-bas réglable.



Les montages ci-dessus deux façons différentes pour contrôler la quantité de distorsion. La première est un contrôle de volume avant l'ampli-op. Ca limite la quantité de signal qui rentre dans le circuit. La seconde remplace la résistance dans la boucle de contre-réaction. En tournant le potard, on modifie le gain. Notez que cela fait aussi varier la fréquence de coupure du filtre passe-haut autour de l'ampli-op.



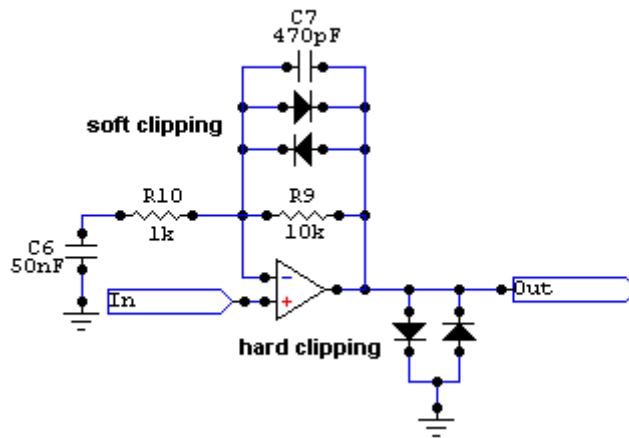
Ci-dessus un montage de contrôle de volume. C'est la même chose dans tous les circuits de saturation. Le condensateur protège l'ampli des tensions continues qui sortent de l'ampli-op. Ce montage fonctionne aussi comme un contrôle de Tone, je recommande donc d'utiliser un condensateur d'une valeur assez importante pour qu'il n'affecte pas le Tone. 10 $\mu$ F devraient suffire.



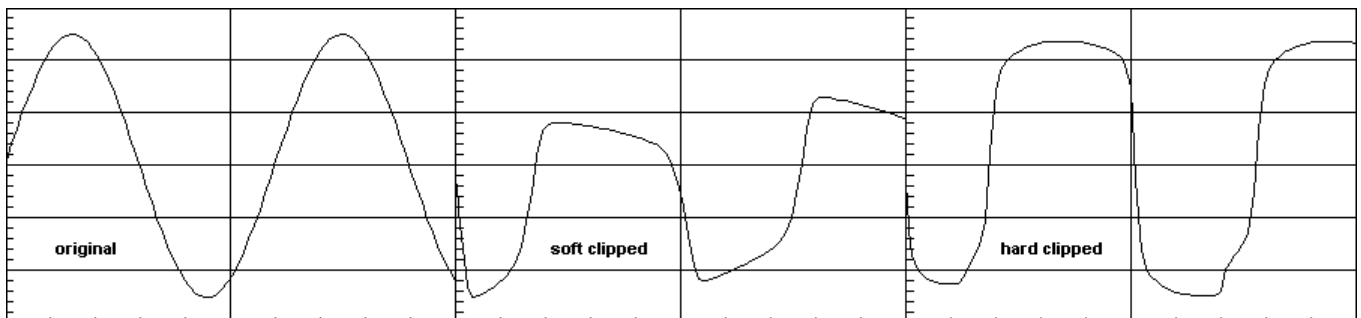
Ces deux montages représentent deux types de contrôle de Tone. Le premier est un montage très répandu. C'est un filtre passe-bas variable. Vous pouvez calculer une bonne valeur pour le condensateur de la même façon que nous l'avons fait pour le filtre passe-bas précédemment. Une valeur de potentiomètre correcte se situerait entre 100k et 500k. Le deuxième montage est un circuit plus compliqué, c'est celui de la Big Muff. Il possède un filtre passe-bas (R1 et C1) et un filtre passe-haut (R2 et C1), un potentiomètre linéaire (R3) est utilisé pour contrôler les filtres. Si vous avez très peu besoin de modifier le Tone utilisez le premier montage. Si vous avez besoin d'un meilleur contrôle qui balaye tout le spectre, utilisez celui de la Big Muff.

# Clipping Diodes

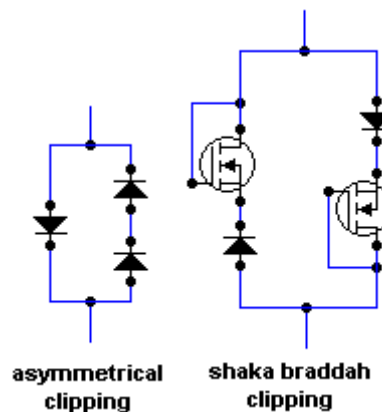
Choisir les diodes pour votre saturation peut devenir la partie la plus drôle de la conception. Les diodes c'est comme les glaces. Certains les aiment à la fraise et d'autres avec des pépites de chocolat (Miam ! ndt) .



Dans le circuit ci-dessus, vous pouvez voir les méthodes de hard et de soft clipping des diodes. Le Soft clipping arrondit les crêtes du signal tandis que le Hard clipping va écrêter le signal. Regardez l'oscilloscope ci-dessous pour comprendre ce que je veux dire.



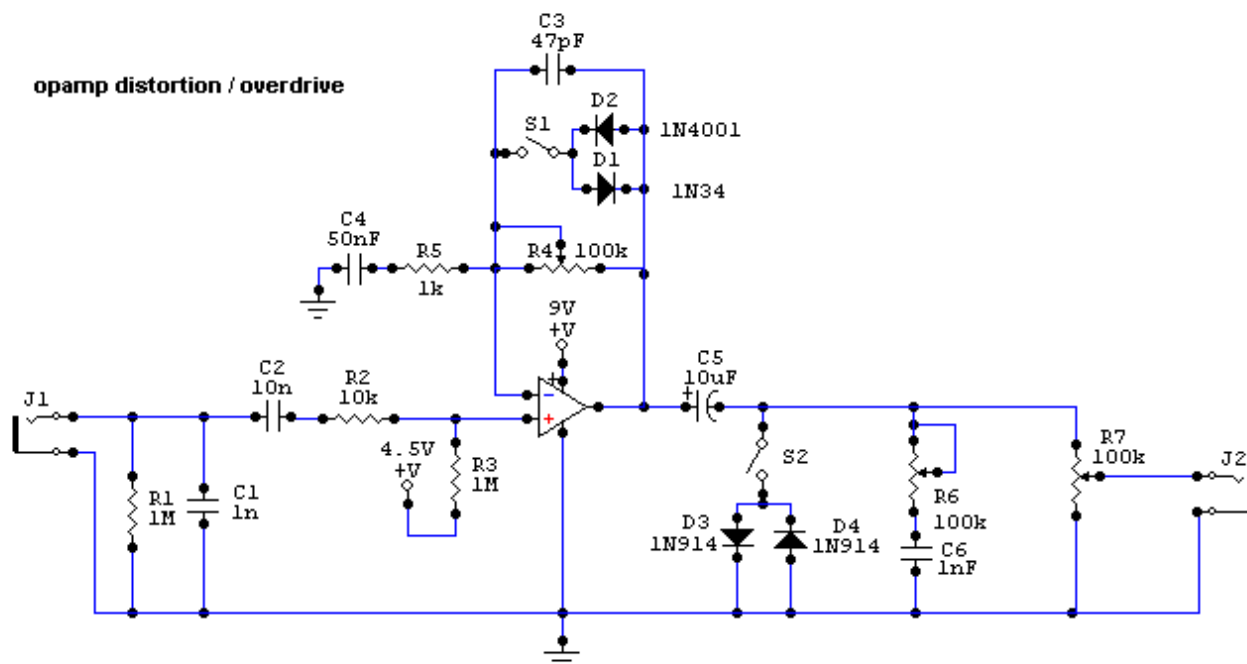
Comme vous pouvez le voir la version soft arrondi plus le signal que la version hard. Le Soft clipping est fait par l'intermédiaire d'une combinaison de diodes Silicium/Germanium (1N4001 et 1N34) et le Hard clipping par l'intermédiaire de deux diodes au Silicium (1N914). Il existe de nombreuses combinaisons possibles. Vous pouvez essayer des 1N4001(Si), des 1N34(Ge), des 1N270(Ge), des 1N914(Si) ou des LED.



Ci-dessus deux méthodes de clipping spéciales. La première comprend une diode dans un sens et deux dans l'autre. On coupe ainsi plus les crêtes positives ou négatives (cela dépend de la façon dont vous avez connecté les diodes) d'un côté ou de l'autre. La deuxième est celle du circuit Shaka Braddah III de Jack A. Orman et Aaron Nelson. Elle utilise une diode et un MOSFET pour créer le clipping. On obtient un doux et bluesy soft clipping. Les diodes originales étaient des 1N34 et le MOSFET un IRF520.

Maintenant que vous avez étudié les principes des amplis-op et des diodes de clipping, vous pouvez créer vos propres circuits. Ci-dessous, quelques-uns de mes circuits :

## Mon exemple de circuit :



Le circuit ci-dessus utilise toutes les techniques expliquées précédemment dans ce document. Jetons un bref coup d'œil sur le circuit. R1 sert à éviter les clicks. Il coupe tous les bruits désagréables pouvant provenir du signal. C2 empêche la tension continue de partir vers votre guitare. R1 et C2 forment un filtre passe-haut. R2 et C1 forment un filtre passe-bas qui coupe les fréquences radio. L'entrée est biaisée à travers R3. R4 et R5 déterminent le gain. Etant donné que R4 est un potentiomètre, le gain peut aller de 1 à 101. R5 et C4 forment un autre filtre passe-haut. R4 et C3 forment le filtre passe-bas et comme R4 est un potentiomètre, la fréquence de coupure variera lorsque vous ferez varier la valeur du potentiomètre.

D1 et D2 forment le circuit de Soft clipping qui peut être coupé grâce à S1. C5 empêche la tension continue d'arriver à votre ampli. Vu que C5 et le contrôle de volume R7 forment un filtre passe-haut, la valeur de C5 doit être assez élevée pour éviter que la fréquence de coupure n'interfère avec votre signal (10uF devraient suffire). D3 et D4 forment le circuit de Hard clipping qui peut être coupé avec S2. On peut placer S1 et S2 sur un même DPDT ce qui permettrait de passer de l'un à l'autre. Utiliser les deux clipping va radicalement diminuer la dynamique de votre signal ce qui n'est pas vraiment une bonne idée. Mais vous pouvez essayer. R6 et C6 forment un filtre passe-bas utilisé comme un contrôle de Tone. R7 est le contrôle du volume ce qui, je l'espère, ne demande aucune explication.

Essayez ce circuit avec le contrôle de Tone de la Big Muff et le clipping asymétrique. Vous pouvez expérimenter le clipping de la Shaka Braddah et de nombreuses autres techniques. Ce circuit est le plus simple. Essayez différents amplis-op et différentes diodes de différentes valeurs. Il y a tellement de choix qu'il vous faudra certainement du temps pour trouver ceux qui vous conviennent le mieux.