
TECHNIGUITARE

La Volume Master



Version 1.1

Historique des versions
23.10.2006

oca

Résumé

Cette pédale amène un gros changement par rapport aux deux précédentes. Cette fois-ci, nous allons manipuler le signal de notre guitare. Nous allons jouer avec l'amplitude du signal, ou autrement dit, avec le volume.

Ici, nous sommes toujours dans le domaine de l'électronique *passive*, nous ne pourrons que "baisser" notre signal, pour l'amplifier, nous aurions besoin d'une alimentation et d'autres composants comme les *transistors* ou les *AOP* (Amplificateur Opérationnel). Pour diminuer l'amplitude du signal, nous aurons juste besoin d'un nouveau composant : *la résistance*.

Malheureusement, nous aurons besoin de quelques formules de math pour mieux comprendre ce qui se passe. Ce document a donc un coefficient de mal de tête de 4.7, qui est donc légèrement plus élevé que dans les autres pédales tuto que nous avons vues jusqu'ici. Ceci dit, il n'y a pas de danger jusqu'à 4.76. On a encore un peu de marge ;)

Table des matières

Théorie	2
Ce que l'on veut faire... ..	2
Le volume, toute une histoire !	2
La manière intuitive	3
Le principe, sans maths... ..	4
Le principe, avec des maths... ..	6
Ce qu'il faut retenir de tout ça... ..	9
Construction	10
Les valeurs normalisées	10
Potentiomètre lin et log	10
Construction de la pédale volume, avec un potentiomètre	11
Allez plus loin	12
Des kits dans le commerce	12
La suite	12
A. Valeurs normalisées des résistances	13

Théorie

Ce que l'on veut faire...

Ce que l'on veut faire ? Pouvoir diminuer le volume... Voyons ce que cela représente au niveau du signal de la guitare.

Figure 1. Le signal d'entrée, par exemple un sinus de 1V à 440Hz

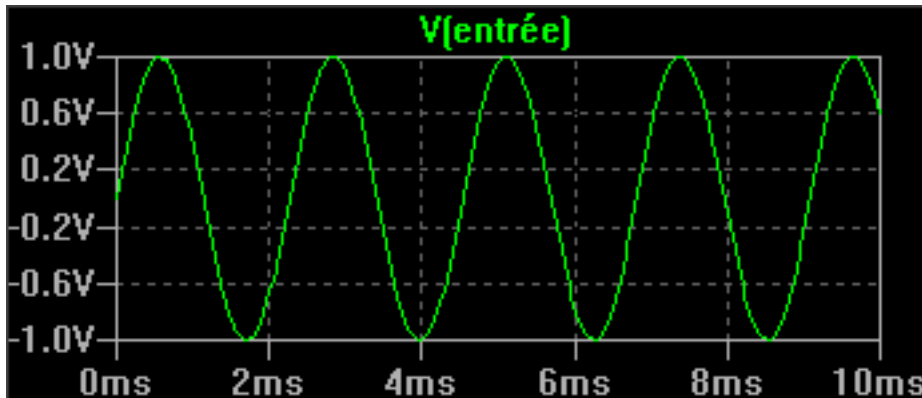
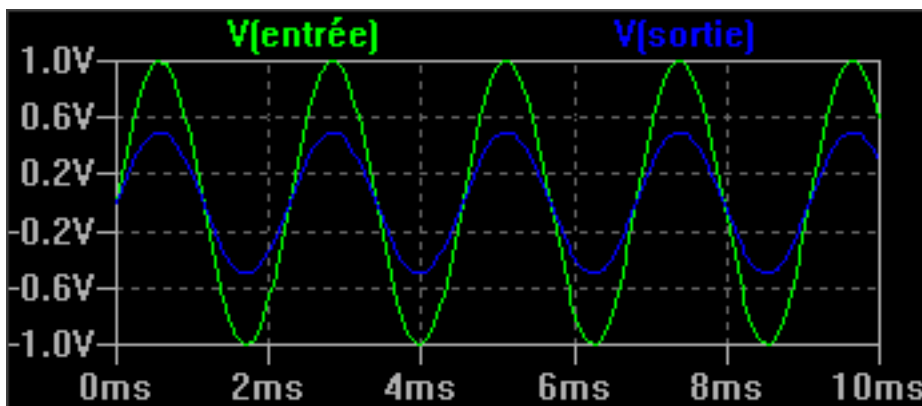


Figure 2. Le signal de sortie (en bleu), Après un diviseur de tension composé de deux résistances identiques



Note : Nous verrons plus précisément ce qu'est un *diviseur de tension* dans la suite de ce sujet.

Le volume, toute une histoire !

Nos oreilles captent les sons... Mais le son n'est pas un signal électrique! C'est un déplacement d'air. C'est donc le haut-parleur qui permet la transformation du signal électrique en déplacement d'air. Mais tous les haut-parleurs ne sont pas fabriqués de la même façon... Ainsi, pour un même signal, certains arriveront à déplacer beaucoup d'air, et d'autres moins... C'est pour cela que l'on parle de *rendement* d'un haut-parleur.

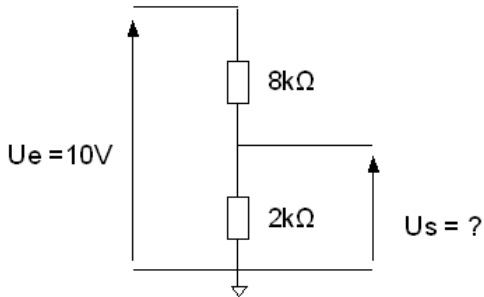
Je vous propose d'essayer trois méthodes pour aborder notre nouveau composant, la résistance. On va commencer de manière totalement intuitive, puis on va essayer d'aller un peu plus dans le détail, mais sans maths ! Puis on va entrer dans le vif du sujet avec quelques formules de math (mais pas trop compliquées, promis !)

La manière intuitive

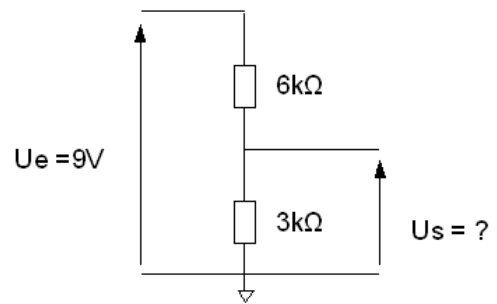
Faisons un petit test d'entrée de jeu, vous passez à la TV, à qui veut gagner des millions...

Figure 3. Question...

Exemple 1 :



Exemple 2 :



Sans aucune explication préalable, si je vous demande que vaut U_s dans l'exemple 1 ? Essayez de répondre même si vous ne savez pas encore ce que représente U_s ;) ...

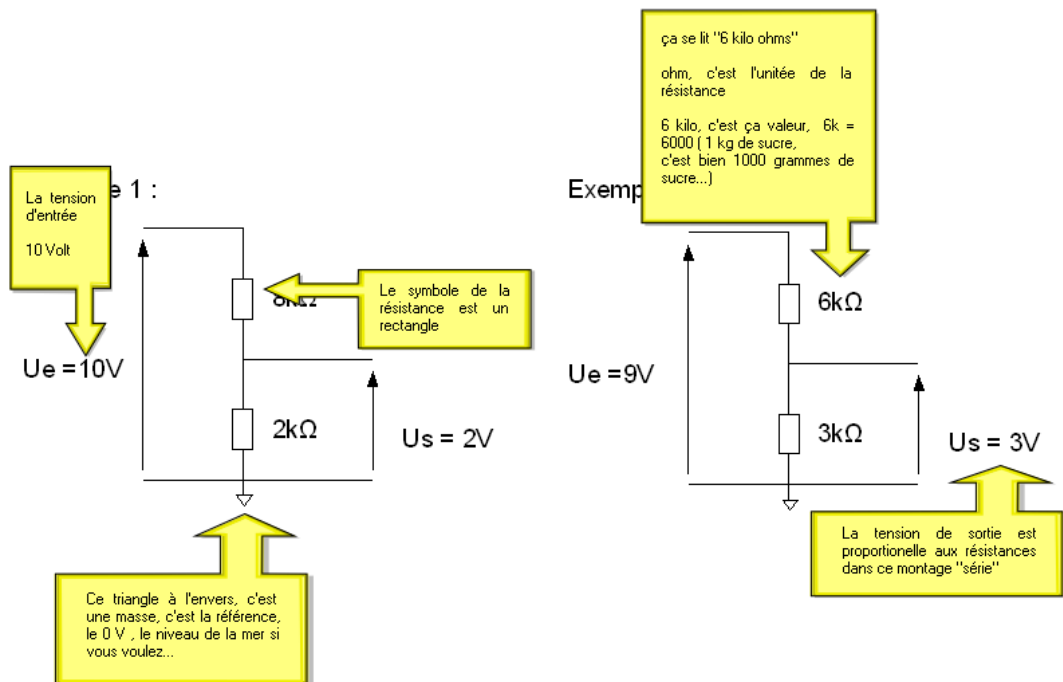
- a) 2 V
- b) 8 V
- c) 10V
- d) Vous pouvez répéter la question ?

On utilise un joker ?... Ordinateur, veuillez supprimer deux mauvaises réponses...

- a) 2 V
- d) Vous pouvez répéter la question ?

Là vous devriez dire : Réponse a) Jean-Pierre, c'est mon dernier mot... et vous gagnez le million... c'est bien 2V ! Et dans l'exemple 2 ? 3V bien sûr... Et si on avait $U_e = 20V$ dans l'exemple 2... on aurait 6V pour U_s ... Reprenons rapidement le schéma pour une petite explication :

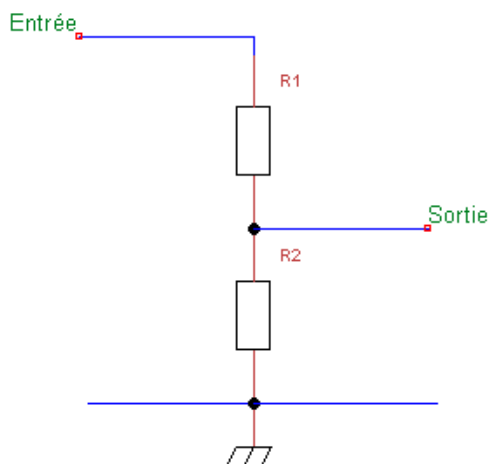
Figure 4. Réponse...



Le principe, sans maths...

Essayons de voir ce qui se passe sans avoir recours aux maths dans un premier temps. Bien, tout d'abord, choisissons de combien on veut diminuer notre signal... pour faire simple, disons que je veux avoir en sortie de la pédale un signal qui serait la moitié de celui de l'entrée, donc un rapport de 50%. Comment faire cela avec des résistances ? et bien il suffit de prendre deux résistances, qui ont la même valeur, avec un montage que l'on appelle un *diviseur de tension*.

Figure 5. Baisser un signal avec un diviseur de tension



On voit déjà qu'une résistance se nomme 'R', et que son symbole est un rectangle. On trouve aussi parfois un autre symbole, une sorte de zigzag, c'est celui utilisé par exemple aux US.

Dans ce montage, notre signal d'entrée est "divisé" ou est "réparti" équitablement entre les résistances R1 et R2. C'est le fait que R1 et R2 aient la même valeur qui donne le rapport de 50%. Pour le moment, La valeur en elle même n'a pas importance, il faut juste que R1 et R2 aient la même. (on verra plus tard que cette valeur à quand même pas mal d'influence sur d'autres choses...)

Que se passe t-il maintenant si l'on ne veut pas un rapport de 50% mais de 20% ? Et bien il suffit de changer les valeurs des résistances. Pour avoir 20%, prenons par exemple : R1 = 8000 ohm et R2 = 2000 ohm.

Bon... vous allez me dire que 2000, c'est le quart de 8000... donc on aurait plutôt 25% non ? En fait, ce rapport donne bien 20%, car le signal d'entrée est "réparti" équitablement entre les deux résistances... Donc pour un signal d'entrée de 1V, on aurait 0.8 V sur R1 et 0.2 V sur R2, et 0.2 V, c'est bien 20% de 1 V. Autrement dit, les 20%, c'est R2 par rapport à la résistance totale.

Cette résistance totale dépend du montage. Ici, toutes les résistances se suivent, on parle alors de montage *série*. La résistance totale est la somme de toutes les résistances, dans notre cas, R1 + R2.

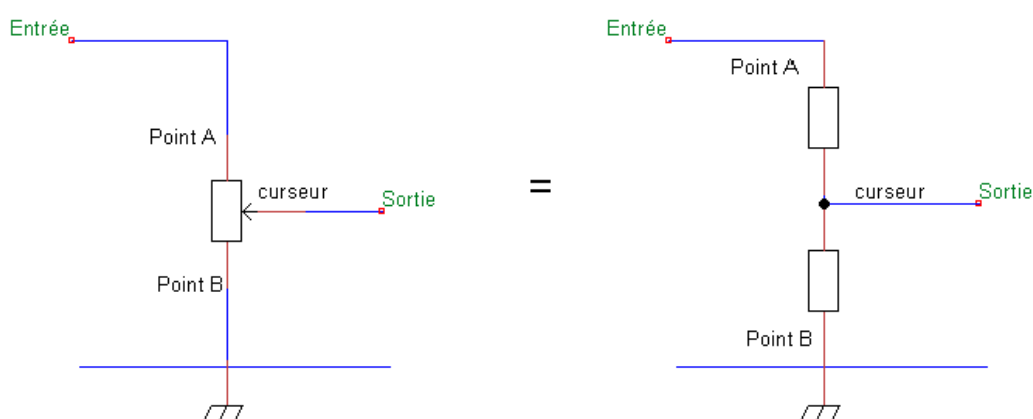
Jusqu'ici, on a vu que le signal de sortie va dépendre du rapport des grandeurs de R1 et R2.

- Si $R1 = R2$, on aura exactement la moitié du signal
- Si $R1 > R2$, on aura moins de la moitié du signal
- Si $R1 < R2$, on aura plus de la moitié du signal

Bien sûr, construire une pédale de volume avec deux résistances, ça ne va pas être très utile car on aurait un rapport fixe... Ce qui serait mieux, c'est de pouvoir changer ce rapport. Pour faire cela, on utilise une résistance *variable*, que l'on appelle aussi un *potentiomètre*.

Un potentiomètre, tout comme une résistance, a une valeur... par exemple : 1000 ohm. la différence, c'est qu'il a une patte en plus, que l'on appelle souvent *curseur*. le bouton du potentiomètre permet de déplacer ce curseur.

Figure 6. Diviseur de tension avec un potentiomètre



On peut considérer le potentiomètre comme étant deux résistances, la première allant du point A au curseur, et la seconde allant du curseur au point B. Comme le curseur peut se déplacer, on a bien un montage où l'on peut faire varier le rapport de nos deux résistances, et donc faire varier notre signal de sortie et finalement, notre volume !

Ok, fin de cette pédale alors ? et bien non... Avec ce que je viens de dire, il n'y aurait pas de différence entre un potentiomètre de 10 ohm et un potentiomètre de 1000 ohms !!!

Exemple :

Prenons un signal de 1V en entrée, et imaginons que je tourne le bouton pour placer le curseur jusqu'à ce que la résistance entre le point A et le curseur soit égale à celle entre le point B et le curseur.

Pour un potentiomètre de 10 ohms j'aurai donc :

- 5 ohm entre le point A et le curseur
- 5 ohms entre le point B et le curseur

Pour un potentiomètre de 1000 ohms j'aurai :

- 500 ohms entre le point A et le curseur
- 500 ohms entre le point B et le curseur

Dans les deux cas le signal de sortie est 50% de celui d'entrée soit dans notre cas 0.5 V (puisque l'on a 1V en entrée)... finalement, comme on ne fait qu'un rapport de résistances, *la valeur totale du potentiomètre n'aurait donc aucune importance...*

Théoriquement, c'est bien le cas, mais attention, il y a d'autres choses qui font que pratiquement, on ne fait pas n'importe quoi... Car si on prenait une valeur très faible (un potentiomètre de quelques ohms), cela reviendrait quasiment à faire un court-circuit... Bien sûr, le risque de court-circuit n'est pas la seule raison pour laquelle les valeurs des potentiomètres sont calculées, surtout lorsque l'on fait des montages plus complexes avec d'autres composants comme les condensateurs par exemple.

Pour le moment, regardons plus en détail ce qui se passe avec juste un potentiomètre...

Le principe, avec des maths...

Le courant

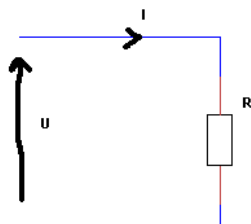
Jusqu'ici, on a regardé notre résistance, et la tension à ses bornes (Us). Mais il y a aussi une autre notion importante que nous n'avons pas encore abordé, *le courant*. Ces trois grandeurs, La tension que l'on note U, la résistance R et le courant I, sont liées par la relation suivante, que l'on appelle *La loi d'ohm*

$$U = R \times I$$

En français : La tension est égale à la résistance multipliée par le courant.

Prenons un exemple...

Figure 7. schéma détaillé



Prenons par ex. $U = 2 \text{ V}$, et appliquons la formule pour $R = 100\text{k}$ (100'000 ohm): de $U = R \times I$ on peut sortir I , soit $I = U/R$

$I = 2 / 100'000 = 0,00002 \text{ A}$ (A c'est l'unité du courant, *les Ampères*)
On noterait plutôt 0.02 mA (milli ampère).

Et maintenant faisons la même chose pour $R = 100 \text{ ohm}$

$I = 2 / 100 = 0,02 \text{ A}$, soit 20 mA (milli ampère)

Le courant consommé n'est donc pas le même...

J'ai pris 2V comme tension pour cet exemple, mais dans le cas de notre pédale de volume, la tension sera plus faible. C'est la tension fournie par les micros de la guitare... Elle varie selon les micros, mais comme ordre d'idée, disons qu'elle se situe vers 100 mV.)

La puissance dissipée

On voit donc que le courant change suivant la résistance... et comme le courant change, la puissance dissipée par la résistance change également... car la résistance chauffe lorsqu'elle est traversée par un courant. Il faut veiller à ce que la résistance supporte la puissance dissipée à ces bornes. La puissance se calcule de la manière suivante :

$$P = U \times I$$

Mais comme :

$$U = R \times I$$

On peut aussi dire que la puissance est

$$P = R \times I^2$$

Ou encore que

$$P = \frac{U^2}{R}$$

C'est pareil... Bref si on prend par exemple

$$P = R \times I^2$$

On voit que le courant a une grande influence sur la puissance (car il est au carré dans l'équation, et un nombre au carré, ça progresse vite...)

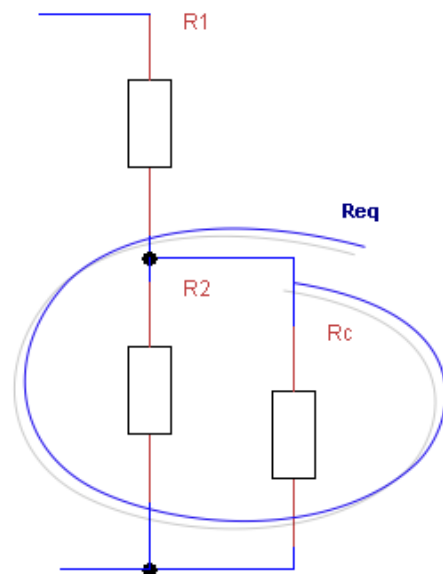
Ceci dit, pas de raison de paniquer non plus, comme le signal d'une guitare est faible, on a très peu de risques (même aucun) de tout faire brûler avec notre montage (ou peut-être avec le fer à souder si on se donne vraiment beaucoup de peine...)

Le montage avec une charge

Bon, on arrive presque au bout de la partie théorie... mais il y a encore une chose à voir, pour le moment, on a fait tous nos calculs "à vide", c'est à dire que le curseur de notre potentiomètre ne va nul part... C'est rarement le cas ;)

En principe, il vient quelque chose en sortie du montage... soit on va sur un ampli, soit on va sur une autre pédale, soit le potentiomètre fait partie d'un schéma plus complexe et il est suivi d'un autre composant, comme un *transistor* par exemple. Dans chacun de ces cas, le composant suivant peut-être considéré comme une charge pour notre potentiomètre. La charge, c'est *l'impédance d'entrée* du composant suivant.

Figure 8. Un montage avec une charge



Afin de mieux voir ce qui se passe, j'ai dessiné le potentiomètre sous forme de deux résistances. La charge (que j'ai noté Rc sur mon schéma). vient en *parallèle* de R2. Comment calcule-t-on ce genre de chose ? et bien lorsque l'on a deux résistances en parallèle, on peut appliquer la formule suivante :

$$Req = \frac{R2 \times Rc}{R2 + Rc}$$

Résumons les choses

Bon... honnêtement, je ne calcule jamais toutes les tensions et courants quand je fais un montage... mais je garde en tête certains principes, et j'essaye d'avoir au moins "un ordre de grandeur"... par exemple, de la formule

$$Req = \frac{R2 \times Rc}{R2 + Rc}$$

Je retiens :

- Req est *toujours* plus petite que la plus petite des deux résistances, si par exemple $R2 = Rc$, Req vaut la moitié de R2 (et donc la moitié de Rc aussi...)
- Plus Rc est grande, moins elle aura d'influence sur R2

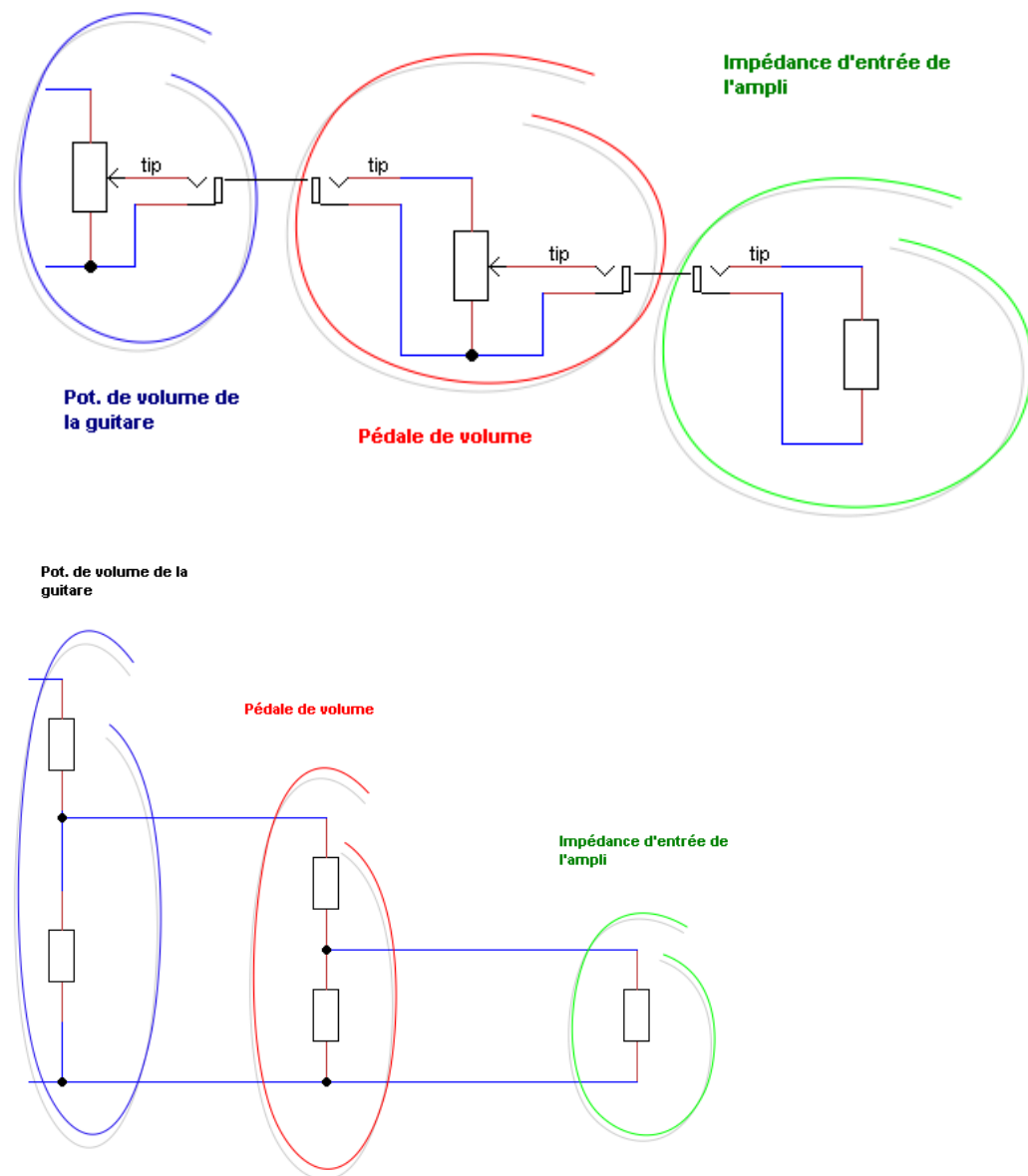
Après, de toutes façons, je fais plusieurs essais en changeant des composants pour voir ce qui me plaît le plus... J'utilise aussi facilement un logiciel de simulation comme par exemple switchercad. Le problème des calculs, c'est qu'il n'est pas toujours évident de déterminer certaines choses... Rc par exemple... Dans certains cas, on s'en sort avec des données fournies par le fabricant, mais la plupart du temps, j'expérimente...

Bien sûr ceci n'est valable QUE si on travail sans alimentation, ou avec une pile 9V !!! Dès que l'on touche au 220V, on ne peut plus bidouiller... Il y a beaucoup trop de risques !!!

Ce qu'il faut retenir de tout ça...

- Dans un montage série, la tension est répartie entre les résistances, proportionnellement à leurs valeurs.
- Le potentiomètre peut-être interprété comme 2 résistances en série. Lorsque l'on bouge le curseur, une des résistances grandit, et l'autre devient plus faible.
- Mettre une charge sur le potentiomètre influence le montage, surtout si la charge à une impédance d'entrée faible. De même, notre montage peut être considéré comme une charge par rapport au potentiomètre de volume de la guitare... Sans aller dans les détails des calculs, ça donne cela :

Figure 9. Influence des composants les uns sur les autres



Construction

Cette partie sera plus simple, c'est déjà ça...

Les valeurs normalisées

Figure 10. Des résistances



En pratique, on ne trouve pas toutes les valeurs de résistance... Essayez par exemple d'aller acheter un résistance de 12'728.34 ohms... Bonne chance...

Mais bon... ce n'est pas si grave, il y a quand même pas mal de valeurs disponibles, voir "Annexe A, Valeurs normalisées des résistances". Et puis si on a besoin de quelque chose de vraiment très précis, qui n'existe pas dans les valeurs "standard", on peut toujours la construire en mettant plusieurs résistances en série ou/et en parallèle, encore faut-il après avoir des résistance qui ont une très faible tolérance... car construire une résistance de 101,35 ohm avec des résistances qui auraient une tolérance de 5% ou 10%, ça ne sert pas à grand chose... Franchement, dans la plupart des cas, on prend simplement la valeur la plus proche...

Pour les potentiomètres, les valeurs sortent parfois de la gamme, on trouve par exemple des 25k ou des 500k.

Potentiomètre lin et log

Figure 11. Des potentiomètres



Les potentiomètres sont divisés en deux catégories.

- Les potentiomètres linéaires (lin)
- Les potentiomètres logarithmiques (log). Je déteste écrire ce mot, je ne sait jamais où placer le y (edit du correcteur: Y en a pas :D)

Tout les deux vont permettre de déplacer un curseur le long de la résistance du potentiomètre. La

seule différence, c'est que la valeur de la résistance entre le curseur et un des points ne sera pas la même pour une même rotation du bouton. Autrement dit, si je prends un pot lin de 100K et que je tourne le bouton jusqu'au centre, j'aurai 50k entre le curseur et une des pattes. Avec un pot log de 10k, j'aurai plutôt quelque chose comme 15k... comme son nom l'indique, la répartition des valeurs lorsque l'on tourne le bouton est logary... logarithmy bon bref...

Construction de la pédale volume, avec un potentiomètre

Figure 12. Petit rappel du schéma...

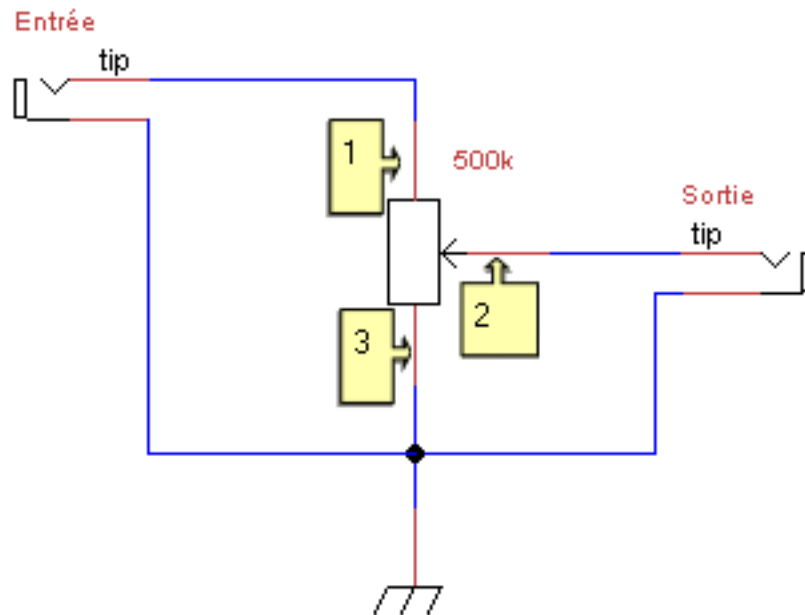
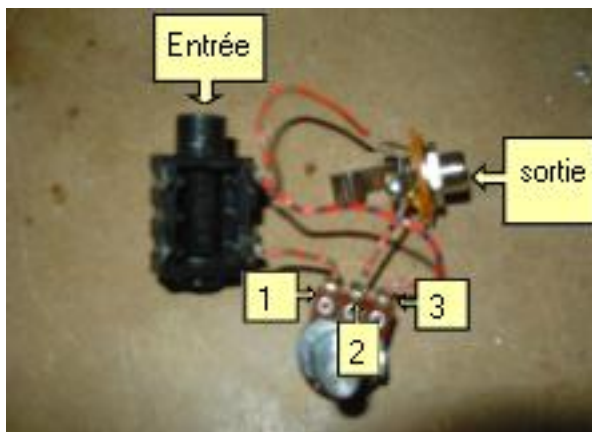


Figure 13. Et le montage...



Et voilà, c'est comme la pédale "Bout de fil", mais avec un potentiomètre... Vous pouvez utiliser à peu près n'importe quelle valeur entre 10k et 1Meg... J'ai pris 500k lin, mais faites vos essais ;)

Allez plus loin

Des kits dans le commerce

Il existe dans le commerce 2 kits (en tout cas...) qui illustrent bien ce que nous avons vu ici.

Le première est une pédale volume un peu plus sophistiquée que la notre, qui compense la sensation de "perte des aiguës" à bas volume en utilisant un filtre...(avec un condensateur que nous verrons dans la prochaine pédale) voici l'adresse :

http://www.musikding.de/product_info.php?cPath=52&products_id=381&language=en

La seconde, est un réseaux de résistances fixes, dont le but est de réduire le volume, tout en gardant une résistance précise en fonction de la charge... ce genre de montage est utilisé pour réduire le volume d'ampli à lampes, tout en gardant la très belle saturation fournie par l'étage de puissance, et sans changer l'impédance entre le transfo de sortie et le haut-parleur... enfin bref... tout un sujet en soi :)

http://www.tubetown.de/ttstore/product_info.php/info/p580_Resistor-Set-for-TT-PoS50-Attenuator.html

Attention, le kit ne contient que les résistances... pas le boîtier, ni les switches etc...

La suite ...

La prochaine pédale introduira un nouveau composant : *le condensateur*. Il nous permettra de faire un filtre, nous allons donc aussi faire varier le volume, mais la variation de volume ne sera pas uniforme comme ici, *elle va dépendre de la fréquence de notre signal...*

A. Valeurs normalisées des résistances

La valeur d'une résistance est parfois écrite en chiffres sur le composant, mais c'est rare... La valeur de la résistance est le plus souvent exprimée sous forme d'un code de couleurs, composé de 3 ou 4 bandes. la 3ème (ou la 4ème) bande est un multiplicateur. En plus des 3 ou 4 bandes utilisées pour exprimer la valeur, on trouve encore d'autres bandes qui indiquent la tolérance et le coefficient de température.

Il existe énormément de documents qui expliquent le code des couleurs en long, en large et en travers... pour avoir plus d'info sur ce code, allez par exemple dans google.com et tapez "code de couleurs résistances" Vous tomberez par exemple sur une page de ce genre qui explique très bien la chose

- http://crteknologies.free.fr/electronique/ressources/code_resist.html
- http://www.bls.fr/amatech/electronique/Composants/Resistances/Code_couleurs.htm
- <http://www.apprendre-en-ligne.net/crypto/passecret/ohm.html>

Il me parait plus intéressant de vous donner une feuille que vous pourrez prendre sur votre place de travail, et qui montre la plupart des valeurs courantes.

Voici donc un tableau montrant le code des couleurs pour les valeurs des résistances allant de 100 ohms à 1Meg, Pour des raisons de lisibilité, je n'ai pas mis sur le schéma les bandes supplémentaires (tolérance et coefficient de température) Il existe bien sûr des résistances avec des valeurs plus faibles que 100 ohms, ainsi que des résistances plus grandes que 1 Meg. Mais elles sont plutôt rares dans les schémas de pédales pour guitare, et les couleurs ne rendraient pas bien sur papier (or, argent...) donc pour éviter la confusion entre or et orange par exemple, je me suis concentré sur des valeurs allant de 100 ohms à un 1Meg ohm.

Voici un exemple pour une résistance de 1 ohm qui n'est pas dans le tableau suivant :

- Pour un code à 4 bandes : brun noir noir argent (argent est le multiplicateur $\times 0.01$ donc $1\ 0\ 0 \times 0.01 = 1$)
- Pour un code à 3 bandes : brun noir or (or est le multiplicateur $\times 0.1$ donc $1\ 0 \times 0.1 = 1$)

Tableau A.1. Valeurs normalisées des résistances, entre 100 ohm et 1Meg

 100	 1k	 10k	 100k	 1Meg
 120	 1k2	 12k	 120k	
 150	 1k5	 15k	 150k	
 180	 1k8	 18k	 180k	
 220	 2k2	 22k	 220k	
 270	 2k7	 27k	 270k	
 330	 3k3	 33k	 330k	
 390	 3k9	 39k	 390k	
 470	 4k7	 47k	 470k	
 560	 5k6	 56k	 560k	
 680	 6k8	 68k	 680k	
 820	 8k2	 82k	 820k	