

Les guitaristes sont des drôles de zigotos : quand tout le monde s'escrime à produire des signaux aussi dépourvus de distorsion que possible, eux ne pensent qu'à distordre à qui mieux mieux. Savez-vous comment on en est venu à cette situation contradictoire ? Au début de la musique dite pop, ou dans la musique rock, lorsque la guitare électrique est apparue, le son de la guitare ne subit pas encore de distorsion (sauf peut-être chez certains vieux bluesmen). Du moins, pas délibérément. Il est d'ailleurs vraisemblable qu'au départ, la distorsion était accidentelle, ou imposée par les limites d'une lutherie électronique encore primitive. Il est facile d'imaginer que puisque l'effet obtenu, peut-être par hasard, avec certains appareils mal réglés, s'adaptait extraordinairement bien à l'esthétique d'ensemble de cette musique en rupture avec les valeurs classiques, il a été rapidement adopté, systématisé et développé par les ingénieurs du son. Voilà trente ans que ça dure, et l'on continue de recourir à un son de guitare enrichi, ou du moins coloré, par la distorsion.

Voyons maintenant d'un peu plus près ce qu'est cet



# circuit de distorsion pour guitare

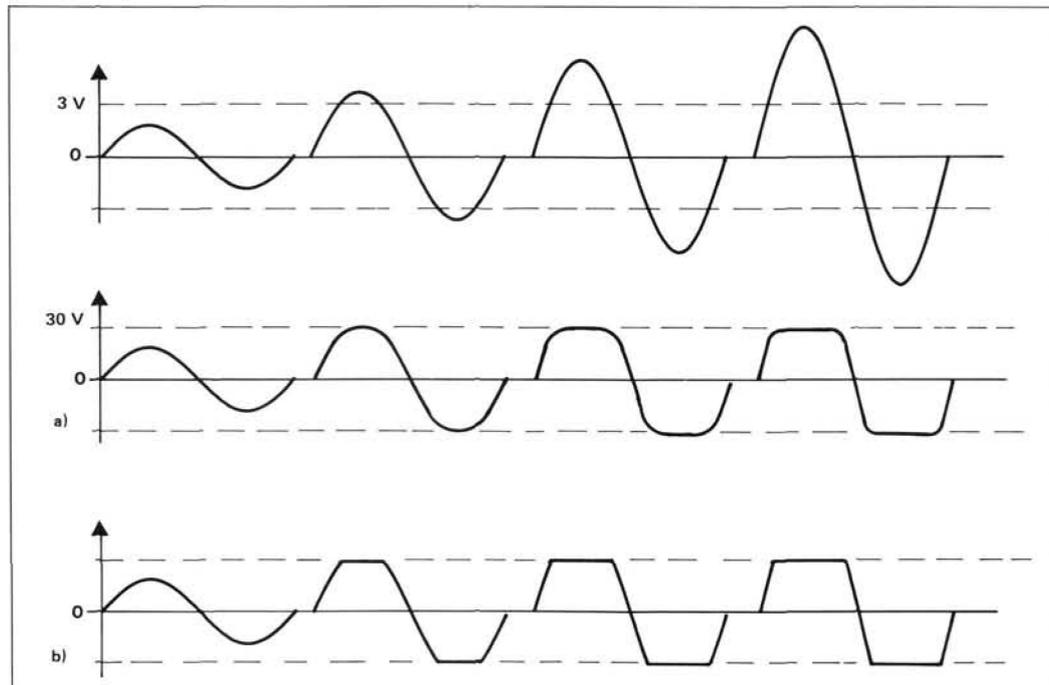
effet spécial. La distorsion est un phénomène universel en musique. L'effet connu des guitaristes et des musiciens de variété est un grossissement d'une caractéristique qui affecte en fait tous les signaux musicaux. À l'oreille, il n'y a rien de plus lassant, de plus mat qu'un signal pur, c'est-à-dire qu'une sinusoïde dépourvue de distorsion. Nos oreilles sont charmées

par tout ce qui, dans un son, nous renseigne sur les moyens avec lesquels il est produit : le souffle du saxophoniste, le frottement de l'archet du violoncelliste, les attaques si caractéristiques de la flûte traversière, ou plus nettement encore, de la flûte de Pan, ou les multiples bruits de percussion des instruments du même nom ou d'un instrument comme le piano. Cet-

te couleur particulière de chaque son musical lorsqu'il commence (l'attaque) excite notre attention; puis, s'il s'agit d'un son entretenu, c'est la granulation du son qui entretient (c'est le cas de le dire) notre attention. Le principe même d'un instrument comme la guitare électrique, surtout celles d'il y a vingt ans, ne permet pas d'obtenir un timbre accrocheur : les attaques sont reproduites assez médiocrement par les capteurs placés sous les cordes ; d'entretien il n'y en a pas sur la guitare, il ne reste donc que les résonances, certes longues, mais d'un timbre assez fade. Un bilan plutôt pauvre, en somme.

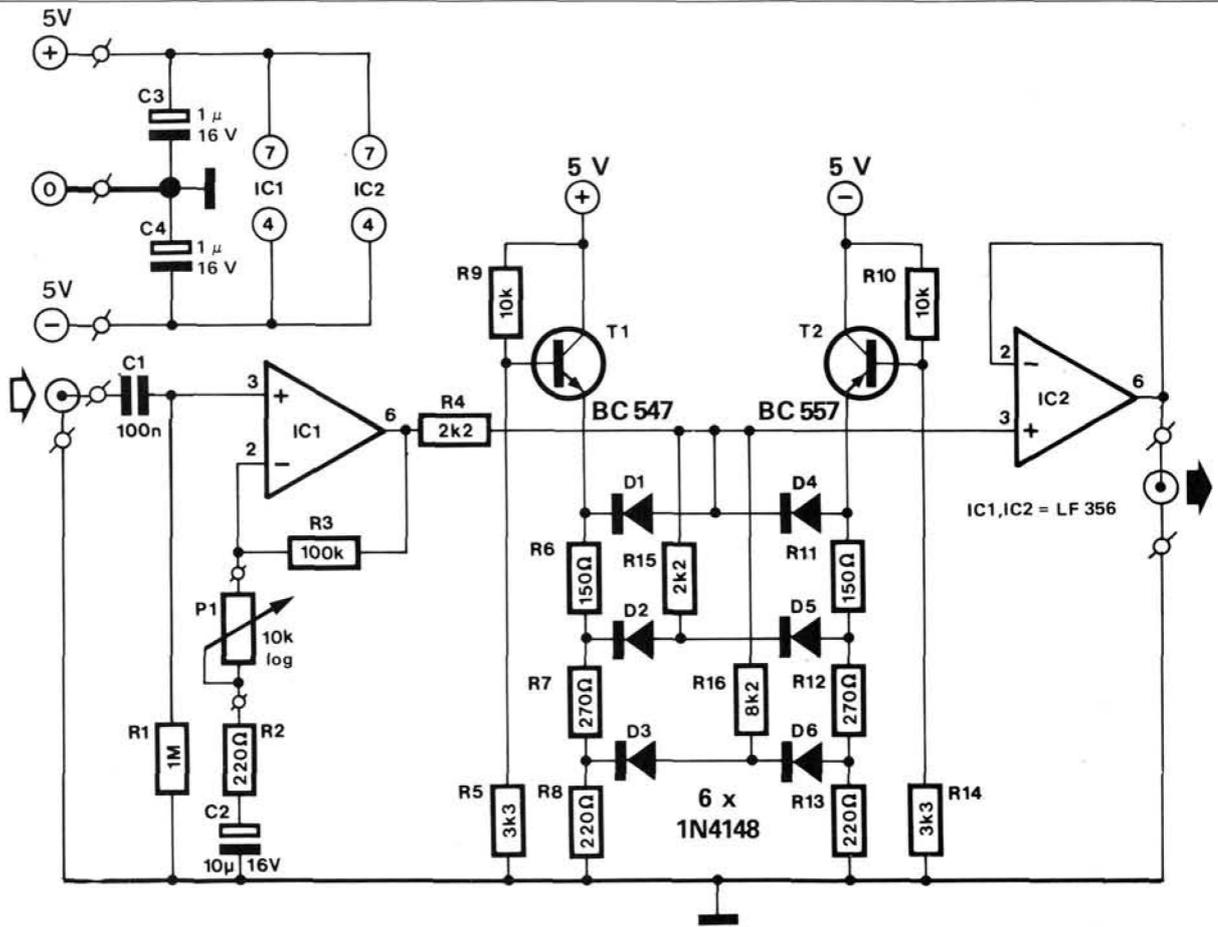
La distorsion est un des effets spéciaux inventés par *homo musicus electronicus* pour donner du timbre à un instrument qui n'en avait pas.

La distorsion, accidentelle ou volontaire, peut avoir des causes multiples et diverses. Dans l'ensemble, et dans le domaine qui nous intéresse (les basses fréquences), il s'agit le plus souvent d'un phénomène résultant du mauvais comportement de l'un ou l'autre étage d'un circuit électronique par rapport au signal qu'il est sensé transmettre sans le modifier.



**Figure 1 - Sur la ligne supérieure, l'amplitude croissante d'un signal sinusoïdal appliqué à l'entrée d'un amplificateur. Les quatre niveaux ont été choisis de telle sorte que l'amplificateur considéré entre en saturation dès le deuxième, comme le montre les deux lignes suivantes.**

**S'il s'agit d'un amplificateur à tubes, la tension de sortie s'arrondit déjà avant d'arriver aux limites que lui impose la tension d'alimentation. La distorsion est progressive comme l'illustre la ligne du milieu. On voit sur la dernière ligne comment écrête un étage à transistors. L'écrêtage est brutal.**



**Figure 2 - Pour obtenir une distorsion comme celle d'un étage à tubes, nous avons utilisé des diodes dont les cathodes sont portées à des potentiels progressivement décroissants, de sorte qu'elles se mettent à conduire les unes après les autres à mesure que le signal gagne en amplitude.**

Quand un signal complexe, c'est-à-dire composé de nombreuses harmoniques qui lui donnent un timbre riche, perd de ses composantes dans un circuit, celui-ci se comporte en filtre. Lorsque nous corrigeons la tonalité d'un signal musical à l'aide d'organes de réglage des graves ou des aigus, nous ne modifions pas le timbre au point de le transformer. Nous atténuons certaines harmoniques, nous en renforçons éventuellement d'autres, mais les rapports arithmétiques entre elles et la fréquence fondamentale restent les mêmes. Il s'agit de distorsion linéaire. S'il existe une distorsion linéaire, il y a fort à parier qu'il en existe une aussi qui ne l'est pas. Et il n'est pas difficile d'imaginer qu'on parle de distorsion **non linéaire** quand on ajoute, à un signal constitué, des harmoniques étrangères à sa composition initiale. Selon le rapport entre ces greffes harmoniques et le

« tronc » sur lequel on les implante, l'effet sera perçu comme plus ou moins agréable ou gênant, destructeur ou enrichissant. Dans certains cas, le résultat pourra même ressembler aux ultimes éructations d'un amplificateur en passe de se transformer en grille-pain électrique. Dans un tel cas, il n'y a pas de relation cohérente entre les harmoniques rajoutées et le spectre harmonique initial.

### **Aplatissez-moi ces sinusoïdes !**

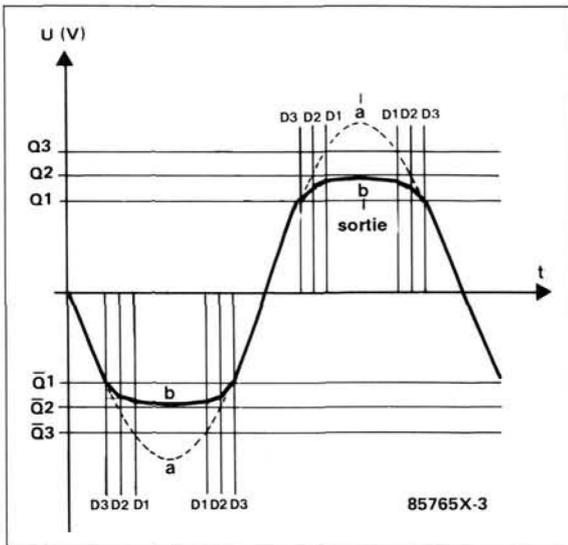
Il suffit de regarder la forme d'onde d'une sinusoïde distordue pour comprendre que le moyen le plus simple de produire délibérément de la distorsion à l'aide d'un circuit électrique est d'amplifier le signal plus fortement que l'étage de puissance ne peut le faire. Les crêtes du signal sont perdues quand le gain d'un étage amplificateur est tel que le signal de sortie

n'arrive plus à suivre la progression de l'amplitude du signal d'entrée. Le rôle joué par la tension d'alimentation d'un tel étage est déterminant à cet égard. Écoutez : voici un amplificateur dont le gain est de 10. Sa tension d'alimentation est de 30 V. Vous n'entendez rien de spécial pour l'instant. C'est parce que le signal d'entrée est nul.

Le voici qui commence à grimper. D'abord 0,1 V ; à la sortie, cela donne 1 V. Il grimpe, il grimpe. Voici l'entrée à 1 V : la sortie est à 10 V. Tout va bien. L'entrée atteint 3 V, la sortie plafonne maintenant à 30 V. Si la tension d'entrée continue d'augmenter, la tension de sortie ne peut plus suivre. Si la forme d'onde du signal d'entrée est une sinusoïde, la forme d'onde du signal de sortie sera aplatie à partir de ce point, et jusqu'à la crête de la sinusoïde, qui sera pour ainsi dire rabotée. On parle d'écristage, comme le

montre, on ne peut plus éloquentement, la **figure 1**. Cette déformation de la sinusoïde n'est pas un appauvrissement, mais un enrichissement. Il y a des harmoniques dans le signal distordu, il n'y en avait pas dans la sinusoïde initiale. Et cela vous l'entendez, à moins d'être sourd...

Le signal non distordu, d'une corde de guitare, sans être un sinus aussi pur que celui de la figure 1, est encore vaguement sinusoïdal, mais il comporte déjà bon nombre d'harmoniques dès l'entrée du circuit de distorsion. L'adjonction d'harmoniques qui a lieu dans le circuit de distorsion doit être modérée afin que l'ensemble reste équilibré. Ceci nous donne l'occasion d'aborder maintenant une fois encore le mythe du son chaud des amplificateurs à tubes. Il est vrai qu'un tube, quand il entre en saturation, ne se met pas à écrêter immédiatement à fond. La distorsion apparaît progressivement. Le passage entre



**Figure 3 - Le circuit de distorsion, au lieu d'amplifier le signal d'entrée (en pointillé) jusqu'à ce que la tension de sortie atteigne la valeur maximale imposé par la tension de sortie, infléchit la courbe d'amplification avant que la limite soit atteinte.**

restitution linéaire et distorsion se fait en douceur. Un transistor, en revanche, reste linéaire jusqu'au dernier millivolt, puis il lâche tout d'un coup quand il entre en saturation. Sur l'oscilloscope, vous remarquez alors la disparition de la crête de la sinusoïde, comme sur la deuxième ligne de la

figure 1. A l'écoute, cela se traduit par l'apparition d'harmoniques élevées, une distorsion aiguë que notre oreille n'apprécie guère (encore qu'en ces temps de funk-junk-punk universel, on ne sait plus très bien). Les premiers circuits de distorsion que l'on ait pu trouver dans le commerce,

jadis, fonctionnaient de cette manière. Il est possible d'obtenir des résultats beaucoup plus satisfaisants, tout en se passant de tube, avec un peu d'astuce.

### Et voilà l'astuce !

Les diodes sont connues, on l'a assez dit et expliqué dans ces colonnes, pour leur seuil de conduction : il leur faut, avant de se mettre à conduire dans le sens direct, un seuil de tension de 0,6 V entre leurs deux électrodes. Ce que l'on a dit moins souvent dans ces mêmes colonnes, c'est que le passage de la diode de l'état bloqué à l'état conducteur n'avait rien d'instantané. Un comportement qui rappelle celui des tubes. Une caractéristique que nous pouvons mettre à contribution, en tous cas, pour notre circuit de distorsion.

Le schéma de la figure 2 donne l'une des variantes sur ce thème. Le « rabot électronique » prend la forme de 6 diodes associées à un réseau de résistances. Trois d'entre elles, c'est-à-dire D1 à D3, se chargent d'aplatir les crêtes de tension positives, tout en arrondissant les angles, tandis que les trois autres, c'est-à-dire D4 à D6, font le même travail sur les crêtes de tension négatives.

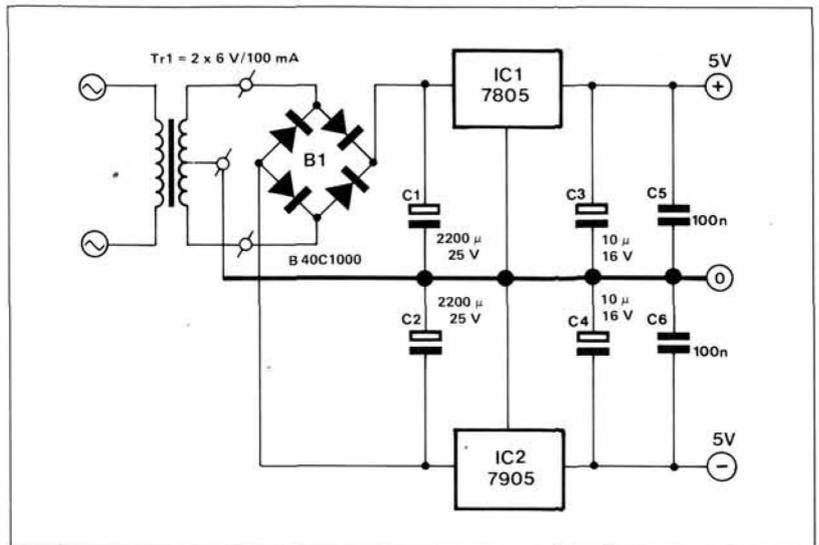
Le fonctionnement est simple : à mesure que la tension de sortie d'IC1 (broche 6) croît, les diodes D3, puis D2 et enfin D1 deviennent passantes successivement, parce que leurs cathodes sont portées à trois potentiels différents. Avec les autres résistances, mises en service par les diodes quand celles-ci deviennent conductrices, la résistance R4 forme un diviseur de tension qui réduit le gain de l'ensemble du dispositif à mesure que la tension d'entrée augmente. C'est ce que montre la figure 3. C'est clair, non ?

L'étage d'entrée autour d'IC1 permet d'adapter la sortie de la guitare à l'entrée du circuit de distorsion, de telle sorte que le réglage de P1 déterminera l'intensité de l'effet de distorsion.

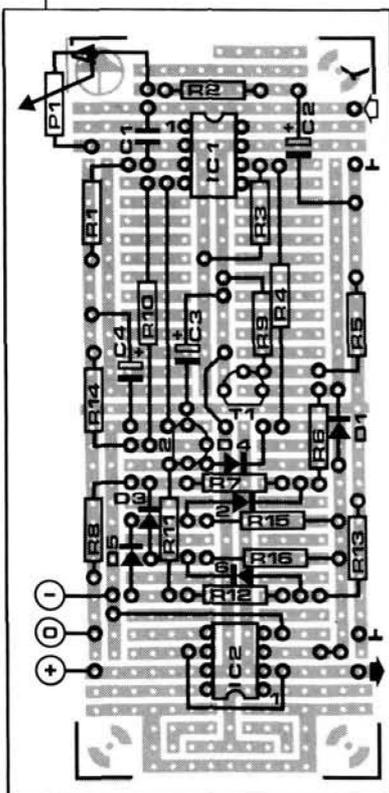
Le signal ne subit aucune modification tant qu'il est de faible amplitude ; la distorsion n'intervient qu'après un certain niveau, et pour cause. Il faut un peu de doigté, non seulement pour tirer des sons intéressants de la guitare, mais aussi pour régler P1.

Pour l'alimentation, voyez la figure 5 et adaptez-en le circuit au transformateur que vous aurez sous la main. Ne négligez pas les condensateurs !

85765



**Figure 5 - La tension d'alimentation du circuit de distorsion doit être symétrique. Pour fournir le courant requis, il suffit d'une alimentation stabilisée et bien filtrée. Le circuit ci-dessus est proposé à titre indicatif, et comme limite inférieure. La tension de service pourrait tout aussi bien être de ±10 V ou même ±15 V.**



**Figure 4** ne fait aucun doute que cette réalisation du circuit de distorsion sur une platine d'expérimentation de petit format n'est pas une mince affaire. Il y a beaucoup de composants, dont plusieurs à polarité déterminée, et ils sont serrés dans la moitié inférieure.

Prenez votre temps et procédez avec soin.

### Liste des composants

- R1 = 1 MΩ
- R2, R8, R13 = 220 Ω
- R3 = 100 kΩ
- R4, R15 = 2,2 kΩ
- R5, R14 = 3,3 kΩ
- R6, R11 = 150 Ω
- R7, R12 = 270 Ω
- R9, R10 = 10 kΩ
- R16 = 8,2 kΩ
- P1 = 10 kΩ log.
- C1 = 100 nF
- C2 = 10 µF/16 V
- C3, C4 = 1 µF/16 V
- T1 = BC547
- T2 = BC557
- D1 à D6 = 1N4148
- IC1, IC2 = LF356

platine d'expérimentation de format 1