

THE SPIRIT OF ART



IN TECHNOLOGY

# LA CLASSE 'A'

*exposée &  
expliquée*

Traité technique pour les  
musiciens sur "comment  
fonctionnent les amplis"

— ET —

"Qu'est-ce que la Classe A?"

Randall Smith  
MESA ENGINEERING

©2005 Tous droits réservés



Randall Smith  
MESA ENGINEERING

## INTRODUCTION

---

Prenez un verre de votre boisson favorite et préparez-vous à tenir bon. Nous allons traiter de sujets importants et difficiles et j'espère que vous trouverez cette lecture informative et même agréable... surtout qu'il n'y a pas d'examen de contrôle en fin de semaine!

Les deux sujets qu'on me demande souvent d'expliquer sont "Qu'est-ce que la classe A" et "Quelles sont les différences entre le Lone Star et son frère, le Lone Star Special".

Comme les deux amplis sont les mêmes exceptées leurs sections de puissance, nous pouvons réunir ces deux questions pour que chacune aide à expliquer l'autre. Et quand vous aurez la chance d'écouter les deux amplificateurs, vous bénéficierez d'une démonstration de l'impact musical de tout le langage techno que vous allez lire. Vous pourrez directement comparer la classe A à la classe AB, le "single-ended" au "push-pull", ainsi que les différences sonores inhérentes aux lampes de puissance 6L6 et EL-84. L'école a rarement été aussi amusante!

Mais accrochez-vous car tout cela peut nous amener assez loin et personne ne peut espérer apprendre tout cela d'un coup. J'ai travaillé dans ce but et y ai réfléchi durant des décennies et j'ai pourtant toujours beaucoup à apprendre. Il est vraisemblable que chaque fois que vous plongerez la-dedans, une ou deux choses supplémentaires s'éclairciront et votre compréhension grandira pas à pas. Un petit peu comme l'apprentissage du jeu d'un instrument.

D'abord, les généralités sur les deux amplis: le Lone Star Special comprend toutes les caractéristiques du Lone Star d'origine excepté le mode de puissance Tweed (vous verrez pourquoi il n'y en pas besoin dans une minute). Le Special a le même préampli à deux canaux avec le mode Drive commutable pour le canal 2; la somptueuse reverb, avec son propre commutateur Bright; la boucle d'effets entièrement à lampes avec le relais de court-circuit physique

"hard-bypass" (qui retire totalement du trajet de signal les deux lampes de départ et retour plus leurs commandes de niveau et leurs prises); le ventilateur commutable; le châssis aluminium et ainsi de suite, tout comme son grand frère.

Mais alors que le Lone Star utilise quatre grosses lampes de sortie 6L6 avec une commutation de puissance assignable par canal de 50 ou 100 watts, le Special utilise quatre EL-84, ces petites punks de puissance crunchy à neuf broches. Chaque style de puissance a ses propres vertus musicales, et de nombreux instrumentistes voudront les deux amplis.

Les 6L6 produisent une chaleur énorme et aérienne, avec des aigus chatoyants et ont suffisamment de marge claire pour jouer quasiment n'importe où. Deux de ces lampes de puissance fonctionnent en "push-pull, classe AB" pour donner 50 watts tandis que quatre produisent 100 watts en "push-pull parallèle", toujours en classe AB.

Les EL-84 du Special sonnent de façon un peu plus fanfaronne et rebelle avec leur haut du spectre tintant. A nouveau, elles sont commutables, cette fois entre trois niveaux de puissance différents: 30, 15 ou 5 watts, assignables

---

*Les EL-84 fonctionnent en pure classe A pour le maximum de chaleur vintage.*

---

par canal. Ces plages de puissance sont parfaites pour le jeu individuel, l'enregistrement et les sessions sur des sites de taille moyenne. Et les différentes caractéristiques de sortie et de rupture des trois niveaux de puissance sont incroyablement gratifiantes.

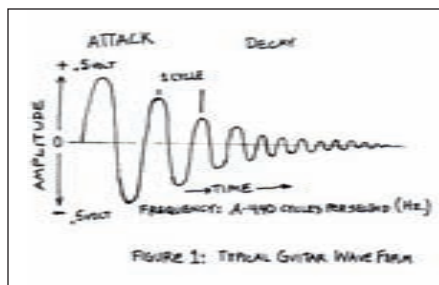
Les EL-84 fonctionnent en pure classe A pour le maximum de chaleur vintage. En position 30 watts, les quatre tubes fonctionnent en configuration push-pull parallèle. Une paire peut alors être coupée pour que les deux lampes restantes fournissent 15 watts. Mais ce qui rend cet ampli vraiment "Special" est la façon dont il peut aussi descendre à une seule EL-84 pour 5 watts de bonheur précieusement nuancé, single-ended, de classe A (brevet en cours).

OK, le discours semble familier, vous avez déjà entendu la plupart de ces termes parce que les vendeurs aiment vous les lancer à la face pour vous intéresser à un ampli... et sans doute aussi un peu vous intimider. Les musiciens hochent généralement la tête en connaissance de cause, pensant “Ouais, la classe A. C’est ce qu’il y a de mieux. Non?” Mais peu ont le culot de retourner la question pour demander une véritable explication. Et cela aussi pour une bonne raison! Le vendeur n’en sait probablement pas beaucoup plus que vous! Et bien, après avoir lu ceci (quelques fois), vous sortirez du lot.

## GÉNÉRALITÉS

La chose la plus importante à comprendre pour un musicien est que les différentes classes et configurations d’amplificateur servent à différents buts et styles. Aucune n’est absolument meilleure. Un instrumentiste recherchant un maximum de marge claire voudra un amplificateur push-pull, de classe AB – parce que la puissance est son point fort. Celui qui recherche certaines sensations vintage peut préférer un ampli de classe A, mais quelle que soit la lampe utilisée, il sera franchement moins puissant.

Les 2 types peuvent sonner de façon chaude et riche ou de façon crâne et mordante – principalement en raison d’autres facteurs importants comme le préampli et le circuit d’attaque, le choix du transformateur et des composants et bien sûr, les options de haut-parleur (qu’il soit câblé point à point ou sur un circuit imprimé bien réalisé n’a pas d’importance démontrable). Le type de lampe est essentiel: EL-34, 6L6,



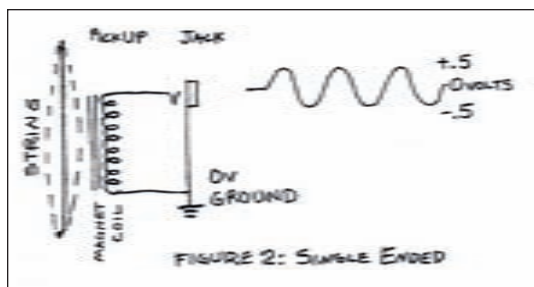
La FIGURE 1 illustre une forme d’onde de note de guitare. L’axe vertical représente l’amplitude (ou volume) du signal, mesurée en volts. L’axe horizontal représente le temps. Comme vous le voyez, le fréquence reste la même (A-440) même quand l’amplitude chute rapidement après l’attaque, exactement comme les vibrations de la corde. Cette forme d’onde électrique de cette tension (comme vous la verriez sur un oscilloscope) ressemblerait vraiment beaucoup à un dessin de la vraie vibration de corde.

EL-84,6550, toutessonentdifféremment(particulièrement à l'écrêtage) et même des marques différentes de la même lampe peuvent sonner de façon étonnamment différente. Aussi, si vous voulez en savoir plus sur les classes techniques, continuez la lecture et appréciez. Mais souvenez-vous: la chose la plus importante concernant tout ampli est ce qu'il fait pour Vous!

## *OK, C'EST L'HEURE DE LA RENTRÉE!*

Commençons par faire une distinction importante entre “classe de fonctionnement” et “configuration de puissance”. Ce sont deux concepts séparés qui décrivent deux aspects différents d'un amplificateur et la façon dont il fonctionne. La plupart des gens les mélangent et cela ne fait qu'ajouter à la confusion, même s'ils sont liés. Aussi essayons de tirer cela au clair en expliquant chacun séparément. Ces termes sont habituellement utilisés pour décrire la section de sortie de puissance d'un amplificateur car c'est là que les différences se font. Virtuellement tous les circuits de préampli jamais utilisés sont les mêmes en cela qu'ils sont de type “single-ended” et “classe A”.

## *CONFIGURATION*



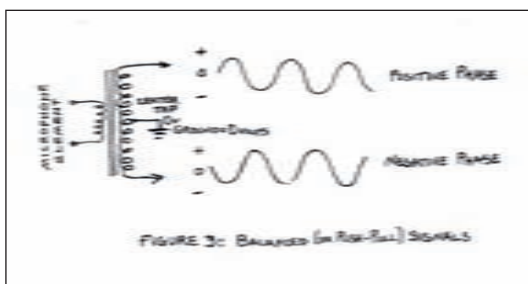
La FIGURE 2 montre une corde de guitare vibrant 440 fois par seconde au-dessus du micro, qui est constitué de centaines de spires de fil de l'épaisseur d'un cheveu enroulées autour d'un aimant. Le mouvement du métal ferreux dans la corde génère une tension dans le conducteur du micro par perturbation (ou “modulation”) du champ de l'aimant permanent. C'est un exemple de signal “single-ended”. Pour plus de clarté et de simplicité, nous ne montrerons plus la chute de l'amplitude.

Le mot “configuration” se réfère au nombre et à l'arrangement des lampes. Les termes communs pour décrire les configurations de lampe de puissance sont “single-ended”, “push-pull” et “parallèle”. En single-ended, la totalité du signal suit un seul trajet et est amplifié par une lampe à la fois. Pensez à votre corde de guitare: elle est

single-ended. Il n'y a qu'un seul conducteur (plus la masse) qui véhicule la totalité du signal, allant et venant entre les tensions positives et négatives quand la corde s'approche et s'éloigne du micro. Et quand cette tension passe au travers des étages du préamplificateur, elle reste single-ended. Dans de rares amplificateurs, même l'amplificateur de sortie est single-ended avec une seule lampe de puissance - comme l'ancien Fender Champ avec sa seule lampe de puissance 6V6. Et bien sûr, la position 5 watts du Lone Star Special. L'étage de puissance single-ended est principalement utilisé dans un but économique mais a aussi quelques caractéristiques tonales très intéressantes dont nous reparlerons plus tard.

La configuration de puissance la plus commune est dite "push-pull". Ici, le signal est d'abord séparé en deux moitiés, chacune "hors phase" de 180° par rapport à l'autre et les deux sont amplifiées séparément en même temps. Imaginez cela comme étant les "plus" poussés vers un circuit et amplifiés séparément des "moins" qui sont tirés vers un autre circuit et amplifiés en même temps. Puis les deux sont "recombinés" dans le transformateur de sortie en un signal "single-ended" pour piloter le haut-parleur.

La plupart des amplificateurs de puissance utilisent la configuration push-pull car elle permet aux lampes de sortie de fonctionner bien plus efficacement - produisant plus de puissance avec moins de lampes et donc moins de dissipation thermique et nous expliquerons



La FIGURE 3 représente une sortie de microphone symétrique. Placer la masse au centre de la bobine crée deux signaux "single-ended" séparés en opposition de phase. La moitié haute de la bobine fonctionne comme dans l'exemple de la figure 2. La moitié basse est similaire mais comme elle est "tête bêche" - avec la masse en haut de cette section de bobine, le mouvement de tension est également "tête bêche" et par conséquent, hors phase de 180°. Par conséquent, quand la tension bouge positivement dans la moitié haute, elle bouge négativement de façon simultanée dans la moitié basse. Simplement déplacer le point de référence de "tension zéro" de la masse sur la prise centrale crée les demi-signaux "push-pull" symétriques.

comment un peu plus tard. Cependant, notez que le push-pull nécessite un minimum de deux lampes de puissance bien que des paires additionnelles puissent être ajoutées “en parallèle” pour augmenter la puissance. C’est pourquoi vous verrez parfois deux, quatre, six ou parfois plus de grosses lampes de puissance dans un amplificateur, mais toujours par nombre pair.

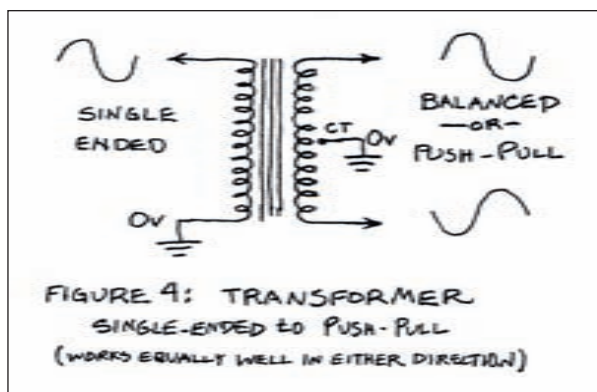
### *DIGRESSION UTILE*

---

Le push-pull est très similaire à la sortie d’un microphone symétrique. Ce signal est également divisé en deux phases opposées et véhiculé sur deux conducteurs séparés (plus une masse). La raison d’être est ici l’annulation du bruit. Les microphones ont une très faible tension de sortie qui doit être amplifiée de nombreuses fois pour devenir utilisable. Le signal faible – plus le haut niveau d’amplification requis – fait que le bruit capté par le câble du micro devient un gros problème. Ce bruit est constitué de champs électro-magnétiques rayonnants du secteur qui se trouvent partout dans le monde moderne et qui se manifestent principalement comme de petites tensions à 60 et 120 cycles “induites” dans le câble de micro (“induites” signifie que le câble fonctionne comme un “bobinage secondaire” d’un transformateur, convertissant les champs magnétiques épars en petites tensions électriques). Même un câble bien blindé captera des niveaux notables de bruit aussi la solution est d’accepter le fait que ce bruit soit inévitable et de résoudre le problème en l’annulant au niveau de la table de mixage. C’est ici que le fonctionnement push-pull ou “symétrique” vient à la rescousse. Diviser le signal en deux moitiés symétriques comprend l’inversion de phase d’une moitié tout en conservant la phase de l’autre. Disons que la phase du signal d’origine passe de + à – à +. Un câble doit rester tel quel. Pendant ce temps, l’autre, avec sa phase inversée, doit simultanément passer de - à + à -. Dans le processus de recombinaison des deux moitiés du

signal en signal single-ended, le composant “hors phase” retrouve sa phase d’origine et est ajouté au composant en phase. S’il reste hors phase lors de la recombinaison, les plus et les moins s’annuleront entre eux et la totalité du signal disparaîtra. Ces changements de phase se produisent simplement suite au déplacement du point de tension de référence “0” du bas de la bobine au centre, comme illustré.

Ainsi, suite à ces changements de phase, toute tension qui s’avère “en phase” en même temps sur les deux conducteurs est ultérieurement annulée puisqu’elle devient ensuite “hors phase” quand les phases sont recombinaison en single-ended. Comme les deux connecteurs d’un câble de micro symétrique captent les mêmes composants de bruit, ils se les annuleront réciproquement lorsqu’ils seront reconstitués. Le processus est appelé “réjection de mode commun” et bien entendu l’élimination du bruit est avant tout le but d’un système à câble symétrique. Cette digression est incluse car la plupart des musiciens connaissent instinctivement quelque chose sur les câbles de micro symétriques même s’ils ne savent pas exactement



La FIGURE 4 montre un transformateur servant à la conversion single-ended/push-pull. Il fonctionne aussi bien dans les deux directions. Le système de micro peut avoir un de ceux-ci à chaque extrémité pour passer le câble de single-ended à symétrique et revenir en single-ended pour la table. Dans un amplificateur push-pull, les lampes de puissance doivent être du côté symétrique et le haut-parleur du côté single-ended, puisque c’est de ce type de dispositif qu’il s’agit.

comment ils fonctionnent. Et c'est une bonne introduction au push-pull, surtout parce que le processus d'annulation de composants de signaux "en phase" deviendra important lorsque nous évoquerons un peu plus loin les différentes harmoniques de distorsion entre amplificateur push-pull et amplificateur single-ended.

### *A PROPOS DE LA CONFIGURATION*

---

Le terme "parallèle" signifie simplement l'ajout de lampes câblées identiquement pour augmenter la puissance, que ce soit en single-ended ou en push-pull. Mais de façon pratique, on n'utilise jamais du single-ended en parallèle et voici pourquoi: même en ajoutant un second tube en parallèle avec un circuit single-ended pour doubler la puissance, les mêmes deux lampes câblées à la place en push-pull pourraient tripler la puissance voire plus. Et la raison de cette différence concerne l'autre terme: les classes de fonctionnement, aussi voyons cela.

### *CLASSES DE FONCTIONNEMENT*

---

La "classe de fonctionnement" décrit comment les lampes (quelle que soit la configuration) sont "polarisées pour fonctionner": sont-elles de classe A, de classe B ou de classe AB (il y a même une classe C bien qu'elle soit utilisée pour

---

*La classe de fonctionnement (déterminée par les tensions présentes) est donc totalement indépendante de la façon dont les lampes sont arrangées, chaque circuit d'ampli ayant A LA FOIS une classe et une configuration.*

---

les transmissions radio à haute puissance, pas pour l'audio)? "Polarisées pour fonctionner" se réfère simplement aux différentes tensions des lampes et à leur relation entre elles, particulièrement la "tension de polarisation" négative appliquée à la grille. Ces tensions déterminent combien de courant électrique s'écoule au travers des lampes, à la fois quand elles amplifient

et quand elles sont “au repos”, attendant que vous jouiez une note. La “classe de fonctionnement” (déterminée par les tensions présentes) est donc totalement indépendante de la façon dont les lampes sont arrangées, chaque circuit d’ampli ayant A LA FOIS une classe et une configuration. Comme les circuits de préampli sont toujours single-ended et de classe A, quand nous parlons d’une autre classe et configuration, nous nous référons généralement aux sections de puissance des amplificateurs où la puissance nominale est générée pour animer le haut-parleur. C’est là qu’est fait le travail le plus dur et que la tension de sortie est générée. Les signaux de préampli, à l’opposé, amplifient aussi la tension du signal mais les circuits sont à haute impédance aussi un très faible courant (ou ampérage) est-il mis en œuvre.

## *SECONDE DIGRESSION*

---

**D**écrivons rapidement la différence entre tension et ampérage. La tension mesure “le niveau d’énergie” (comme la pression) et l’ampérage mesure la quantité. Les deux doivent être présents à un certain degré pour former un courant électrique mais ils peuvent coexister dans des proportions grandement différentes. Voici deux exemples: tout le monde est familier des chocs d’électricité statique que vous pouvez ressentir quand vous marchez sur une moquette et touchez un bouton de porte. La charge ressentie peut dépasser 100000 volts! Ce n’est pas une faute de frappe – et 100000 volts correspondent à une ligne à haute tension! Heureusement, il n’y quasiment pas d’ampérage ou vous vous consumeriez en flammes avant de mourir. Cette très haute tension peut s’accumuler en raison de l’impédance extrêmement élevée de l’air sec: il n’y a virtuellement pas de charge sur votre corps pour drainer la charge statique (“ne bougeant pas”). A l’opposé de cet exemple se trouve la batterie de votre voiture. Elle n’est qu’en 12 volts, aussi pouvez-vous toucher les deux bornes

sans ressentir quoi que ce soit. Pourtant, la batterie peut produire beaucoup de courant – un millier d’ampères, pour alimenter votre moteur. Le puissance est mesurée en watts et correspond à la multiplication de la tension (volts) par l’ampérage (ampères).

Les signaux de préampli des amplificateurs à lampe ont une “tension” allant de 1 volt environ jusqu’à 100 volts pour un signal massivement saturé. Toutefois, le

---

*La puissance de classe A semble toujours avoir un son chaud, doux et naturel - même lorsqu'elle est poussée à l'écrêtage et qu'elle sonne de façon arrogante et rebelle.*

---

courant reste très faible – environ 1 milliampère, plus ou moins un millième d’ampère aussi, comme pour l’électricité statique, il n’y a quasiment aucune puissance en jeu. Toutefois, la puissance nécessaire pour bouger votre haut-parleur de 100 watts est de 20 volts multipliés par 5 ampères, ce qui est plus proche de l’exemple

de la batterie de voiture. Vous pouvez donc voir que produire une puissance de sortie est pour les lampes un travail totalement différent que d’accentuer un signal de préampli. Et c’est pourquoi les autres configurations et classes ont été développées. Et c’est pour cela qu’il faut un transformateur de sortie.

## *PUISSANCE DE CLASSE A ET BIAS DE CATHODE*

---

Vous entendez souvent le terme “classe A” prononcé avec une certaine admiration, comme s’il possédait quelques puissances mystiques de la magie musicale. Et pour certains styles, c’est le cas. La puissance de classe A semble toujours avoir un son chaud, doux et naturel – même lorsqu’elle est poussée à l’écrêtage et qu’elle sonne de façon arrogante et rebelle. Certains instrumentistes décrivent également la sensation comme juteuse et dynamique. La classe A est la méthode la plus ancienne, la plus simple et la

moins coûteuse de brancher les lampes de puissance. Mais la classe A est également le moyen le plus chaud, et donc le moins efficace et le moins puissant de faire fonctionner les lampes. Et c'est pourquoi tant de développements ont été tentés pour contourner l'inefficacité de la puissance de classe A (peut-être que c'est toute cette dissipation thermique qui rentre en jeu pour une telle chaleur du son!).

La raison pour laquelle c'est la méthode la plus simple, la plus ancienne et la plus économique de faire fonctionner les lampes de puissance est qu'elle ne nécessite généralement pas d'alimentation de polarisation ("bias"). C'est une alimentation de puissance supplémentaire indépendante de l'alimentation principale à haute tension qui, au final, anime les haut-parleurs. L'alimentation Bias produit une tension négative (aux alentours de -52 volts pour les 6L6) et permet le fonctionnement des lampes en "classe AB" dans laquelle elles restent plus froides ET produisent plus de puissance qu'en classe A. Virtuellement tous les amplificateurs de guitare fonctionnent soit en classe A soit en classe AB et nous verrons les différences entre eux dans un moment.

Pour le moment, revenons-en aux racines historiques. Toute alimentation de puissance, y compris une alimentation Bias, nécessite un redresseur pour convertir le courant alternatif du secteur en courant continu, plus quelques résistances pour obtenir la bonne tension et quelques condensateurs de filtrage pour réguler le courant continu. Le courant secteur ou alternatif (AC) est tout courant dont la tension fluctue; le courant continu (DC) est un courant de statut stable, comme celui d'une batterie. Comme il fluctue, le courant alternatif peut être "transformé" - au travers de transformateurs - pour modifier son rapport tension/ampérage - ou sa phase, comme nous l'avons vu. Bien qu'Edison ait été principalement reconnu pour avoir apporté l'électricité dans les villes, il était le partisan entêté (à tort) du courant continu. Nikolai Tesla a vu les avantages du courant alternatif: celui-ci permet une transmission de

puissance à haute tension avec peu de perte sur de grandes distances et peut ensuite être réduit à un niveau sûr pour un usage domestique. La rivalité entre ces deux hommes a été si féroce qu'Edison a "inventé" la chaise électrique, en utilisant le courant alternatif, pour montrer à quel point il était mortel. Malheureusement, il n'a pas réussi à tuer la première pauvre victime avant le troisième essai! Maintenant, j'ai été électrocuté à la fois par du courant alternatif et par du courant continu à haute tension et je n'ai ressenti aucune différence - car tout dépend de la résistance à vos points de contacts!).

Mais dans ces temps anciens, la technologie de redressement était primitive et coûteuse, nécessitant généralement une lampe, bien que des redresseurs au sélénium aient été souvent utilisés, même s'ils étaient tout

---

*Nous avons un brevet sur les amplificateurs qui disposent de redresseurs commutables pour démontrer les différences musicales entre lampes et diodes silicone. Cette caractéristique est incluse à la fois dans les Lone Star et dans les célèbres modèles Dual Rectifier.*

---

aussi encombrants, coûteux et peu fiables. Nous avons maintenant des diodes silicone fiables qui accomplissent un travail "techniquement supérieur" pour convertir du courant alternatif en courant continu pour trois fois rien. J'utilise les guillemets car nous avons un brevet sur les amplificateurs qui disposent de redresseurs commutables pour démontrer les différences musicales entre lampes et diodes silicone. Cette caractéristique est incluse à la fois dans les Lone Star et dans les célèbres modèles Dual Rectifier. Mais nous évoquerons en détail le sujet du redresseur une autre fois.

Pour ce que l'on nomme le fonctionnement en classe A, la totalité de l'alimentation Bias peut être éliminée (ce qui économise beaucoup) et une simple résistance branchée entre la terre et les lampes de puissance peut servir à la tension de polarisation ou "bias" (il est beaucoup plus exact d'appeler un tel circuit "à polarisation cathodique")

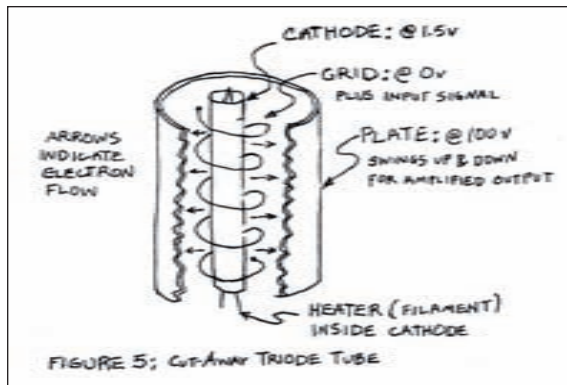
car il n'entre probablement pas toujours dans la classe A, malgré la description commune). Mais cette distinction est technique et bien moins importante que l'attractivité du mot "classe A" pour un amplificateur - avec le sous-entendu que c'est ce qui se fait le mieux. Et cela surclassera toujours "polarisation cathodique" - même si les deux termes sont communément utilisés pour décrire exactement la même chose! Notez que la classe A peut également être dérivée en utilisant une alimentation Bias fixe séparée bien que pour les amplis guitare, ce n'est quasiment jamais le cas.

### *ALORS QU'EST-CE QUE LA CLASSE A?*

---

Ce que classe A signifie réellement est que: "la tension de polarisation (bias) de grille et les tensions de grille alternatives sont telles que le courant de la plaque s'écoule tout le temps dans une lampe". Compris? C'est la définition complète du manuel de lampe RCA: l'autorité suprême. J'ai pesé le pour et le contre de cette affirmation durant des décennies et en ai conclu que c'était à la fois plus simple et plus complexe qu'il ne le semble.

Pour simplifier, pensez à une lampe au sens britannique du terme: c'est une "soupape". Toute classe A signifie que la soupape ne ferme jamais le passage. Un certain flux, même si ce n'est qu'un filet, passe toujours au travers. Dans une lampe, le courant électrique - comme un brouillard de gouttelettes d'eau, s'écoule de la cathode chaude (ce coeur central avec le filament incandescent à l'intérieur) à la plaque (ou "anode") qui est cette grosse structure métallique à l'intérieur du verre. Entre la cathode et la plaque se trouve la grille, un bobinage en spirale de câble fin avec beaucoup d'espace entre les spires. La grille agit comme élément de contrôle (comme la poignée de la soupape) en régulant le flux des électrons de la cathode à la plaque. Voici comment:



La FIGURE 5 montre une lampe triode, comme la 12AX7. La cathode a un revêtement riche en électrons et est chauffée par le filament à l'intérieur. Les électrons sont éjectés de la surface et forment un nuage autour de la cathode. Ces électrons négatifs sont fortement attirés par la plaque chargée positivement. Mais entre eux se trouve la grille, et celle-ci est polarisée pour être légèrement plus négative que la cathode. Par conséquent, elle repousse un grand nombre d'électrons. En classe A, l'équilibre entre ces deux forces s'opposant est réglé (c'est la tension de polarisation ou "bias") pour qu'environ la moitié des électrons passe entre les spires de la grille et trouve son chemin vers la plaque. Modifier légèrement la tension de la grille cause une grande variation du nombre d'électrons qui peuvent passer au travers - et c'est comme cela que fonctionne l'amplification!

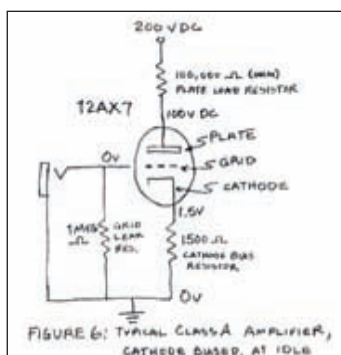
Quasiment tout le monde a entendu dire que "des charges identiques se repoussent tandis que des charges opposées s'attirent". Les électrons se déplaçant dans une lampe répondent à ces principes et c'est comme cela que fonctionnent les lampes.

La plaque est chargée positivement aussi elle attire les électrons négatifs qui surgissent littéralement de la cathode chauffée. Ce sont ces électrons qui vont vers la plaque qui SONT le flux de courant de la plaque. Mais entre la cathode et la plaque se trouve la "grille de contrôle". Cette fine bobine est chargée (le fameux "bias") pour être légèrement plus négative que la cathode et par conséquent, elle repousse les électrons qui sont aussi négatifs (voir les charges se repoussant). Plus négative devient la grille, plus elle repousse les électrons négatifs et contrarie leur flux de la cathode à la plaque. Moins négative est la grille, moins

elle a d'effet et plus les électrons affluent au travers de ses espaces libres en direction de la plaque positive. Aussi tout ce que vous avez à faire pour faire varier ce flux d'électrons est de faire varier la tension de la grille (grille plus négative=moins de courant pour la plaque, grille moins négative=plus de courant pour la plaque). Et comme la grille n'est connectée à rien (elle est juste pendue là dans le vide entre la cathode et la plaque), elle ne consomme pas de puissance et est très facile à alimenter.

Le "bias de grille" (tension de polarisation de la grille), dans la définition de RCA, est la tension fixe qui établit l'EQUILIBRE entre la force d'attraction de la plaque et la force de répulsion de la grille afin de déterminer combien de courant passe quand il n'y a pas de signal entrant. La "classe B" correspond à un bias pour lequel il n'y a pas de courant vers la plaque en veille et la lampe est dite "coupée". L'influence négative de la grille de contrôle est si forte qu'aucun courant ne passe jusqu'à ce que vous jouiez une note. Mais en classe A, il y a beaucoup de flux de courant de veille, de façon optimale 50% du maximum possible (vous verrez pourquoi plus tard).

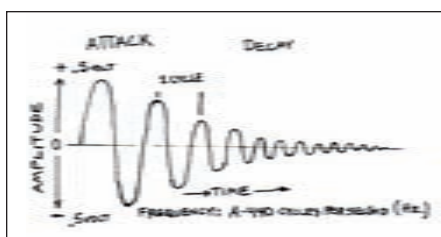
Maintenant, les "tensions alternatives de grille" de la définition RCA sont simplement les tensions du signal entrant venant de votre guitare que la lampe va amplifier. C'est VOUS qui jouez. Votre toucher sur les cordes est ce qui génère les "tensions du signal" d'origine que votre ampli délivre au haut-parleur. Ces "tensions alternatives" sont définies par la "fréquence" (disons le la 440) et "l'amplitude" qui est le volume. Attaquer fortement un



La FIGURE 6 est une représentation schématique d'une lampe triode 12AX7 dans un circuit de préampli typique. La résistance de 1500 ohms crée la "tension de polarisation cathodique" en faisant remonter la cathode légèrement au-dessus du plancher de 0 volt. La résistance d'un Mohm (million d'ohms) n'impose virtuellement aucune charge à la grille ou au signal qui l'attaque mais elle maintient la charge statique de la grille à 0 volt et cela la rend "négative" par rapport à la cathode positive. La plaque est très chargée positivement au travers de la résistance de "charge de plaque" pour fonctionner à environ mi-tension d'alimentation en veille. Cela s'appelle le "bias autour du point médian de la zone linéaire" et le même principe que pour les lampes de puissance fonctionnant en classe A.

la et environ 1 volt sortira de votre guitare. Quand la vibration de la corde chute et que la note s'adoucit, la tension diminue, mais toujours avec une fréquence de 440 fois par seconde. Maintenant, il est plus exact de considérer ce signal alternatif 1 volt comme oscillant entre "plus 1/2 volt" et "moins 1/2 volt" puisqu'il a été généré par la corde qui va et vient au-dessus du micro.

Quand la tension alternative devient positive et est ajoutée à la grille de la première lampe de préampli, elle

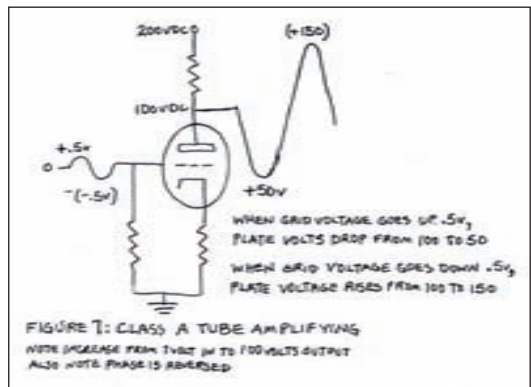


contrecarre un peu de la tension de polarisation négative, rendant la grille moins négative et laissant passer plus de courant vers la plaque. Quand la tension passe dans les négatifs, elle s'ajoute à la tension déjà négative de la grille,

augmentant le champ de force répulsif de la grille, réduisant d'autant le flux de courant vers la plaque. Et c'est comme ceci, mesdames et messieurs, que fonctionne la soupape... euh, la lampe. Préampli ou ampli à lampe, c'est exactement la même chose exceptée la taille.

La classe A serait simplement un ensemble de paramètres de fonctionnement comme le fait que la soupape ne se ferme jamais complètement et qu'une certaine quantité de courant, même si ce n'est qu'un filet, passe toujours au travers d'elle. C'est la meilleure partie du fonctionnement de classe A car c'est quand une lampe s'arrête et démarre - coupe puis reprend la conduction du courant, que le plus de distorsion se produit. Et la distorsion, pour les ingénieurs de la RCA, était mauvaise. Dans leur monde, les amplis n'ont jamais été destinés à donner de la distorsion. Mais même l'ampli le plus classe A, s'il est poussé suffisamment à fond, ira au-delà de la classe A et jusqu'à la coupure. A un certain point, ces "tensions de grille alternatives" (c'est-à-dire le signal, qui augmente avec le volume) ajouteront tant à la "tension de polarisation fixe" et créeront un tel champ négatif sur

la grille que le courant cessera réellement de passer. En radio et en HI-FI, les concepteurs peuvent imaginer que vous ne monterez jamais jusqu'à un écrêtage sévère car cela sonne très mal. Par conséquent, ils peuvent dire qu'un ampli est toujours en classe A car ils peuvent prévoir le signal d'entrée maximal. Et puis il y a les amplis guitare. Une telle prédiction ne peut pas être faite et en fait, l'opposé est vrai. Des signaux énormes sont sciemment utilisés pour créer de la saturation et de la distorsion. Ces pauvres vieux ingénieurs seraient choqués et étonnés de ce que nous faisons à leurs lampes! Et au nom de la musique, qui plus est (je me suis entretenu avec certains de ces anciens et à vrai dire, une fois le seuil de l'incrédulité dépassé, ils étaient consternés)!

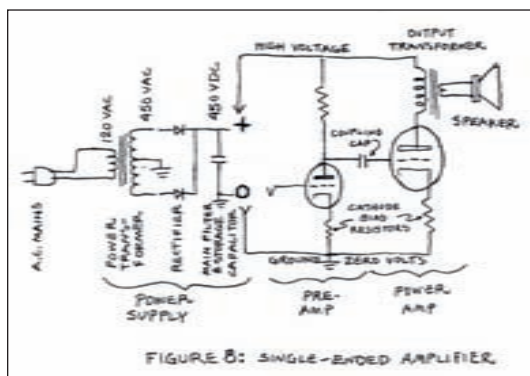


La FIGURE 7 montre la même lampe dans des conditions dynamiques. Quand la tension d'entrée devient positive, elle réduit la force répulsive de la grille au repos. Plus d'électrons affluent alors vers la plaque, faisant descendre sa charge et causant une plus grande baisse au travers de la résistance de plaque. Cela "tire vers le bas" la tension de la plaque de 100 à 50 volts. Quand la tension d'entrée devient négative, l'effet est inversé. La grille repousse plus d'électrons et entraîne une moindre baisse de la résistance de charge de la plaque, permettant à la tension de la plaque de monter à 150 volts. Par conséquent, le signal entrant de 1 volt a causé un changement de 100 volts sur la plaque. En couplant ce "courant continu fluctuant" à une résistance ou à un transformateur, la composante continue est bloquée et seules les fluctuations restent sous la forme d'un signal de courant alternatif pur de 100 volts, ou + ou - 50.

## COMMENT FONCTIONNE UN AMPLI

Voyons maintenant quelque chose d'assez basique qui est pourtant confus chez beaucoup de musiciens. Dans un amplificateur, la faible tension de votre guitare n'est PAS vraiment "faite" pour piloter un haut-parleur. A la place, il y a une grosse alimentation haute tension dans chaque amplificateur qui est la source de l'énergie qui fait bouger votre haut-parleur. Comparez-la à une énorme batterie. Et comme une batterie, c'est une source d'alimentation en courant continu (DC), stable et sans oscillation.

Ce que l'amplificateur fait, c'est de "moduler" la puissance de cette alimentation au travers des haut-parleurs en accord avec votre signal de guitare. C'est le même flux de courant dont nous venons de parler. Et d'une certaine façon, l'amplification consiste à convertir du courant continu en courant alternatif (l'opposé de "redresser").



La FIGURE 8 montre un amplificateur single-ended complet mais très simplifié. L'alimentation secteur est constituée d'un transformateur pour amplifier la tension secteur (120 volts aux Etats-Unis) à environ 450; le redresseur (rectifier) convertit le CA en CC; le principal condensateur du filtre lisse le CC et fournit un réservoir de courant. L'énergie s'écoule de cette alimentation principale à haute tension au travers de la lampe de puissance et de son transformateur de sortie. Les fluctuations du flux de courant au travers du transformateur de sortie sont couplées au haut-parleur comme puissance de sortie efficace. Le préampli augmente le signal de la guitare jusqu'à un niveau suffisant pour piloter la lampe de puissance.

Jouez un *la*-440 doux et les soupapes de sortie de votre ampli laisseront un peu de ce courant aller de l'alimentation au haut-parleur, 440 fois par seconde (il s'agit maintenant d'un courant alternatif à 440 Hz). Jouez un *la* fort et les lampes laisseront passer plus de courant, toujours à 440 Hz. Maintenant, c'est basiquement comme cela que fonctionne l'amplification par lampes - et c'est comme une soupape! Comparez la chaîne de lampes d'un

préampli au travail en séquence de leviers reliés les uns aux autres pour qu'à la fin il y ait suffisamment de "bras de levier" pour ouvrir et fermer les grosses soupapes de puissance.

"Donc, qu'en est-il de cette classe A", vous demandez-vous. "Si classe A est synonyme de passage continu de courant, pourquoi n'entends-je rien quand je ne joue pas".

Bonne question. Voici la réponse: au repos, le courant qui passe est du courant continu, stable et sans ondulation. Et le "transformateur de sortie" qui est couplé entre vos lampes de puissance et votre haut-parleur fait plus que

“transformer” les différentes impédances des lampes et du haut-parleur pour les faire correspondre. Il bloque également le passage du courant continu.

Présenté différemment, le transformateur de sortie ne permet le couplage que des FLUCTUATIONS du courant qui passe au travers de son bobinage primaire (entrée) au travers de l’aimant magnétique pour ensuite induire un courant dans le bobinage secondaire (sortie) connecté à votre haut-parleur. Tout flux de courant stable et sans ondulation arrivant en bobinage primaire - comme du courant continu, ne produit aucun courant dans le secondaire.

Regardez l’illustration. Vous avez cette grosse source d’alimentation CC couplée à la lampe de sortie et au bobinage primaire du transformateur. La lampe de puissance fonctionne comme une soupape qui est un peu plus ouverte puis un peu plus fermée, 440 fois par seconde pour une note jouée doucement. Et beaucoup plus ouverte puis beaucoup plus fermée pour une note forte. De cette façon, la quantité de courant continu à haute tension passant par le primaire est modulée, ou fluctue, 440 fois par seconde. Au niveau du secondaire, seules les fluctuations apparaissent – comme du courant alternatif 440 Hz, sans la composante CC à haute tension. A nouveau, c’est ça l’amplification! Simplement, cette fois, elle est “couplée au transformateur”. Le transformateur de sortie est également un dispositif “d’adaptation d’impédance” convertissant la haute tension à faible courant nécessitée par les lampes en faible tension à haut courant nécessitée par le haut-parleur. En langage commun, “courant” signifie ampérage, pas tension (“voltage”).

---

*Le “transformateur de sortie” qui est couplé entre vos lampes de puissance et votre haut-parleur fait plus que “transformer” les différentes impédances des lampes et du haut-parleur pour les faire correspondre. Il bloque également le passage du courant continu.*

---

## *COURANT DE REPOS*

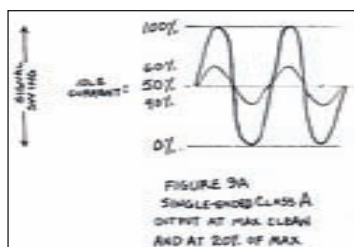
---

Les classes de fonctionnement ont tout autant à voir avec l'état de repos qu'avec l'amplification réelle elle-même. Considérez la classe B, car elle est facile à représenter. En classe B, le bias est réglé pour qu'aucun courant ne passe quand il n'y a pas de signal. Donc aucune puissance n'est consommée et aucune chaleur n'est générée. Puis quand une tension de signal atteint la grille d'entrée, elle active la lampe, celle-ci commençant à conduire le courant de l'alimentation secteur directement dans la charge (habituellement une antenne émettrice) et une amplification de puissance très efficace entre en action. C'est un peu comme un véhicule électrique de golf ou une nouvelle voiture hybride. Le moteur cesse de tourner quand vous arrêtez le véhicule. Quand vous voulez avancer, le moteur redémarre. La plage va de Off au Maximum. Mais pour commencer, vous devez mettre en service le courant car rien ne passe au repos.

Puis il y a la classe AB. Cela peut être comparé au fait d'avoir un moteur tournant au ralenti quand vous êtes arrêté. Il continue de tourner (un peu de courant passe) mais très loin du maximum possible. Vous pouvez embrayer et avancer mais seulement avec une vitesse lente à modérée. Mais pour aller vite (donc fort), vous devez AUGMENTER le courant total – pas seulement le faire fluctuer. L'intensité à laquelle le courant total commence à s'accroître est la transition vers la classe B. Par de nombreux points, la classe AB est la meilleure des deux mondes pour l'audio et c'est ainsi que fonctionnent les Lone Star 6L6, les Recto, les Stiletto et la plupart des Fender et Marshall. C'est le sommet pour de l'audio puissant, efficace, cool et propre.

Puis il y a la bonne vieille classe A. Dans un circuit de puissance classe A pure, single-ended, le courant passe à 50% du maximum même au repos quand il n'y a pas de signal entrant. Puis quand une petite tension de signal

atteint la grille d'entrée, cela fait fluctuer le flux de courant vers le haut et le bas entre, disons 60% et 40% du maximum. Un signal plus fort causera des fluctuations de courant plus importantes, disons entre 80% et 20%. Et la sortie maximale de signal sans distorsion se produit quand le signal entrant pilote la lampe de façon à conduire un courant fluctuant entre 100% et 0% quelle que soit la fréquence du signal d'entrée.



Notez comment les fluctuations de courant d'un amplificateur de classe A sont toujours centrées autour du point médian, c'est-à-dire 50% du maximum, soit le courant de repos. Cela signifie qu'il n'y a PAS D'AUGMENTATION NETTE du flux de courant comme en classe B ou AB, quelle que soit la force avec laquelle vous jouez. Dans une configuration single-ended, les augmentations et diminutions du flux de courant sont momentanées (à la fréquence du signal), équivalentes et opposées autour du point médian de 50%. A un instant du *la-440*, il y aura plus de courant qui passe, mais à l'instant suivant, il y aura la même quantité de courant en moins. Par conséquent, le total sur n'importe quelle période de temps reste constant.

Maintenant, dans un amplificateur classe A pur monté en PUSH-PULL, 100% du courant maximum passe au repos, 50% de chaque côté. Quand un signal entrant module le flux de courant, une moitié du signal augmente de, disons 50% à 70% tandis que l'autre moitié diminue de 50% à 30%. Les deux moitiés de signal sont décalées l'une par rapport à l'autre pour que le courant total passant au travers du circuit de sortie reste le même à 100% (tous les amplificateurs soit disant classe A ne fonctionnent pas d'une façon aussi parfaitement équilibrée – et jusqu'à l'écrêtage, mais le Lone Star Special oui. Vous pouvez mesurer le flux de courant passant par les lampes de sortie

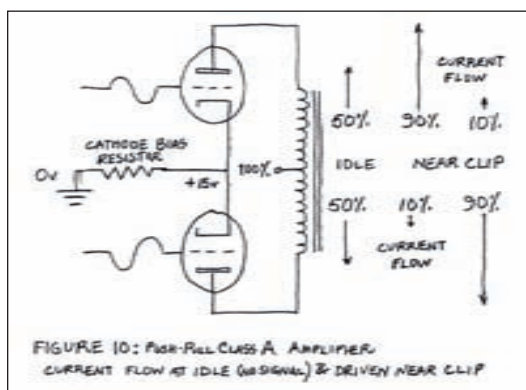
et il ne change jamais quel que soit le signal). Rappelez-vous que seules les fluctuations du courant sont transférées sous forme d'énergie utile vers le haut-parleur.

## *DISSIPATION*

Notes comment dans l'exemple de classe A, les variations de courant sont toujours centrées autour du courant de repos représentant le point médian, soit 50% du maximum. Cela se nomme "polarisation autour du point médian de la zone linéaire". C'est essentiel pour une faible distorsion. Les autres classes de fonctionnement, classe B et classe AB, ne sont EN AUCUN CAS polarisées près de ce point médian et c'est l'explication de leur capacité à rester froides et à produire plus de puissance.

Vous rappelez-vous, plus tôt, que l'un des gros désavantages de la classe A était ce fonctionnement à haute température et cette inefficacité? Voici un mot nouveau

pour la plupart d'entre vous: "dissipation" (et je ne parle pas du style de vie de Keith Richards!). La dissipation est la puissance perdue que la lampe transforme en chaleur. Pour utiliser l'analogie de la voiture: le repos en classe A est comparable à un moteur qui tourne à fond avec les freins bloqués et l'embrayage qui patine. Toute la puissance du moteur est perdue et se dissipe en chaleur. Pour obtenir un rendement



La FIGURE 10 montre les fluctuations de courant du fonctionnement push-pull de classe A. Le courant total reste à 100% dans toutes les conditions. Au repos, le courant est divisé 50-50 entre les deux moitiés push-pull. Quand un signal entre, le flux de courant augmente d'un côté mais diminue parallèlement d'une même valeur de l'autre côté. Cette action d'augmentation/diminution en "aller-retour" alterne à la fréquence du signal (la-440).

utile, vous devez relâcher les freins – pas complètement mais suffisamment pour que la voiture bouge. Puis il doit y avoir moins de patinage (ou dissipation), même si il est

maintenant partagé entre l'embrayage et les freins – qui retiennent mais ne sont pas bloqués. Mais maintenant vous obtenez un travail utile de la puissance moteur - sous la forme d'un mouvement, plutôt que de la chaleur totalement perdue. Et la quantité de puissance moteur utilisée pour le déplacement réduit la dissipation thermique d'autant puisque c'est autant de moins de patinage total pour l'embrayage et les freins. A pleine vitesse, ni l'embrayage ni les freins ne patinent. Quasiment toute la puissance sera finalement convertie en mouvement (ou son) pratiquement sans dissipation thermique par friction. Mais de la même façon que vous ne pouvez pas toujours conduire votre voiture à vitesse maximale, la nature fortement dynamique de la musique signifie que les amplis de classe A passent la plupart de leur temps à "patiner". Ce n'est que brièvement que les crêtes dynamiques laissent passer réellement la majeure partie de l'énergie à destination du haut-parleur.

Pour récapituler: les amplificateurs de classe A souffrent d'une dissipation thermique maximale au repos. Toute la puissance de courant continu stable passant au travers des lampes se transforme en chaleur. Ce n'est que lorsque la puissance fluctue (comme pour le *la-440*) qu'une partie de celle-ci est convertie en puissance audio utile pour animer le haut-parleur. La puissance qui passe au travers des lampes et qui anime le haut-parleur est une puissance non dissipée en chaleur. Le taux de dissipation d'une lampe est ce qui limite sa capacité en puissance bien plus que la puissance utilisable qui peut passer au travers d'elle. Comme dans notre analogie avec l'embrayage, c'est le patinage qui élimine de l'énergie utile par dissipation, pas le flux de puissance quand il est totalement engagé.

---

*La puissance qui passe  
au travers des lampes  
et qui anime le haut-  
parleur est une puissance  
non dissipée en chaleur.  
Le taux de dissipation  
d'une lampe est ce qui  
limite sa capacité en  
puissance bien plus que  
la puissance utilisable  
qui peut passer au  
travers d'elle.*

---

Bien avant que la puissance de la classe A ne devienne attrayante dans le sens vintage rétro que nous recherchons tous, la technologie des amplificateurs allait vers plus de puissance à un moindre coût. Il n'y avait aucune mystique quant à la classe A, seulement la prise de conscience de ses défauts et le désir de plus de puissance propre avec moins de perte thermique.

D'autres classes de fonctionnement de lampe ont été développées pour cela. La classe B et la classe C fonctionnent toutes deux avec haute efficacité et moins de chaleur, et s'avèrent remarquables pour les émetteurs radio où de grosses puissances sont nécessaires. Ces classes sont polarisées pour qu'il n'y ait virtuellement pas de courant de repos, et quasiment tout le courant passant au travers des lampes est converti en puissance utile.

Malheureusement, ces classes ne conviennent pas à l'audio: trop de distorsion est causée par ce phénomène de "commutation on/off". Aussi à la fin des années 1930, les concepteurs ont commencé à en venir à une intéressante nouvelle configuration qui aidait à surmonter les pertes du fonctionnement en classe A et la distorsion en classe B. C'est le "push-pull" dont nous avons parlé et qui rend possible le fonctionnement en classe AB avec une haute efficacité et une faible distorsion.

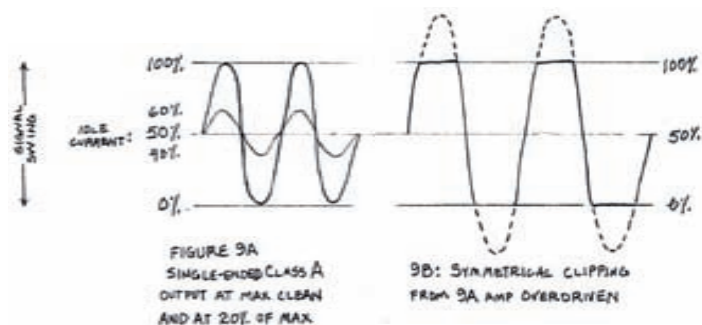
## *CLASSE AB*

---

C'est ici que "classe" et "configuration" deviennent inséparablement liées. La configuration push-pull avec son fonctionnement symétrique rend la classe AB possible, et c'est une chose remarquable. Voici pourquoi: nous avons vu comment la classe A single-ended nécessitait que le tube soit polarisé pour conduire 50% au repos. Nous avons vu comment une paire de lampes de puissance montées en push-pull et fonctionnant en classe A devait être polarisée pour que chacune conduise 50% au repos (pour une dissipation constante de 100%, même au repos). Et nous avons mentionné la classe B dans laquelle il n'y a pas de

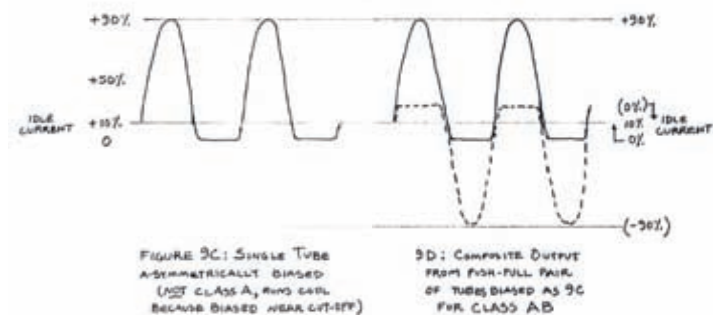
courant de repos ou de dissipation puisque les tubes sont polarisés pour se couper.

Ce que la classe AB accomplit, c'est de remplir le "trou" du milieu de fonctionnement push-pull de la classe B pour qu'un certain flux de courant passe au repos et jusqu'à la transition d'un côté du push-pull à l'autre.



Une autre façon de décrire le push-pull de classe AB est en tant que deux amplificateurs polarisés asymétriquement qui donnent une image miroir de l'autre. Au repos, les deux sont activés entre 10% et 30%, selon ce qui est déterminé par le réglage de tension de polarisation (bias). Comme cette tension est plus proche de OFF que de ON, ils ne chauffent pas. Ils ont également un bien plus grand potentiel vers ON que vers OFF puisqu'au repos, ils sont déjà quasiment sur OFF. Pour de petits signaux, ils fonctionnent comme un amplificateur de classe A: en modulant simplement le courant de repos qui passe au travers d'eux, ne se coupant ni ne nécessitant jamais une augmentation de puissance d'entrée. Mais quand vous jouez plus fort, l'asymétrie de la classe B commence à se manifester. Chaque côté du push-pull va alternativement plus vers ON que vers OFF, causant d'abord une augmentation du courant d'un côté puis de l'autre. Et quand le côté dont le courant diminue approche la coupure, le côté "allant vers ON" est déjà entré dans sa zone linéaire et peut décoller en évitant la distorsion aux alentours de la coupure. Apporter une telle zone classe

A de chevauchement entre les moitiés push et pull d'un amplificateur classe B permet à la transition de s'effectuer en douceur en éliminant le point mort situé au milieu. Et la réduction de la dissipation thermique est énorme. Regardez la forme d'onde représentée ci-dessous pour comprendre le concept d'un fonctionnement "asymétrique".



La figure 9A montre une sortie classe A au maximum de clarté possible. Le circuit est "polarisé autour du point médian de sa zone linéaire" comme nous l'avons dit précédemment et le courant fluctue symétriquement entre +50% et -50% pour un total de 100% de ce qui est disponible. La polarisation au point médian signifie que la lampe est chaude et perd beaucoup de sa puissance excepté quand elle est poussée au maximum. La forme d'onde en 9B montre le même amplificateur poussé au-delà du maximum jusqu'à l'écrêtage. Son signal d'entrée demande à la lampe de conduire plus de 100% et moins de 0%. Comme elle ne peut pas le faire, elle produit de la distorsion. Les lignes pointillées montrent les sections écrêtées qui manquent. Le circuit reste symétrique, étant polarisé pour fonctionner autour de ce point médian.

La figure 9C montre la lampe polarisée à distance de ce point chaud médian. Elle peut toujours conduire la même amplitude totale (hauteur) de forme d'onde mais le faire ainsi asymétriquement la fait sortir plus rapidement de sa course dans une direction et à écrêter plus tôt. Tout signal au-dessus de plus et moins 10% amènera la moitié

inférieure de la forme d'onde à l'écrêtage. C'est le prix à payer pour faire fonctionner la lampe proprement et à moindre température avec très peu de dissipation thermique au repos! C'est similaire à ce à quoi ressemblerait la forme d'onde d'un amplificateur de classe B single-ended et c'est pourquoi ce n'est pas bon pour l'audio.

Mais si nous ajoutons une autre lampe fonctionnant en miroir pour le push-pull, nous pouvons combiner les formes d'onde comme présenté en figure 9D. La zone allant de plus 10% à moins 10% représente la portion de classe A où le courant passe au travers des deux lampes. Les signaux au-delà de ce niveau piloteront alternativement chacune des lampes jusqu'à la coupure en vous souvenant que le signal est amplifié par l'autre lampe, à nouveau à 440Hz ou à quelque fréquence que ce soit.

Maintenant, si vous me suivez toujours, voici le gros avantage réel. Comme nous avons réduit le courant de repos (l'ampérage) en polarisant la lampe à l'écart de ce point médian, nous pouvons maintenant significativement AUGMENTER la tension qu'elle traite et conserver la dissipation à un niveau bien inférieur à ce qu'il était pour la classe A. Et comme la tension des lampes augmente, il en est de même pour l'amplitude ou la quantité de puissance propre qu'elles peuvent conduire. Elle peut énormément monter.

Maintenant, aussi complexe que cela puisse paraître, il est en fait assez facile de régler un amplificateur AB push-pull plus vers la classe A ou la classe B. Vous avez simplement à changer la tension de polarisation sur les grilles de contrôle. Rappelez-vous, c'est le contrôle au repos et la "poignée de la soupape". Attention toutefois: des changements majeurs de tension de polarisation de grille nécessitent par ailleurs un décalage des changements de tension aussi assurez-vous que les concepteurs de vos amplificateurs ont fait des choix judicieux.

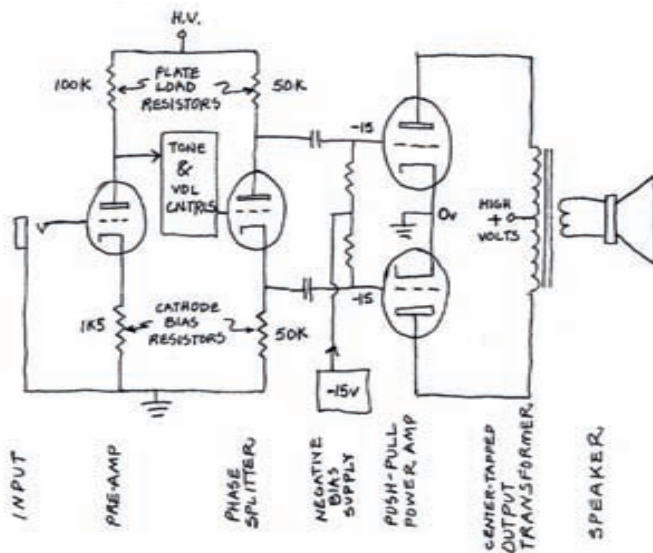


FIGURE 11: AMPLIFIER WITH "CLASS A" PUSH-PULL OUTPUT

La FIGURE 11 représente un amplificateur push-pull simplifié. Comparez les valeurs de résistance du préampli et des lampes séparatrices de phase. Dans le préampli, le rapport entre la cathode à 1K et la plaque 100K devrait théoriquement donner un gain d'un facteur 100. En utilisant des résistances identiques de 50K dans la plaque de séparation de phase et les circuits de la cathode, il n'y a pas de "gain" d'amplification mais plutôt des signaux d'amplitudes égales et de phases opposées qui apparaissent à la plaque et à la cathode pour attaquer les lampes de puissance montées en push-pull. Le courant continu de haute tension est envoyé aux lampes de puissance au travers de la prise centrale du transformateur de sortie. Une alimentation de tension de polarisation séparée permet aux lampes de fonctionner "asymétriquement" en classe AB. Les performances doivent être celles représentées dans la forme d'onde 9D. En cas d'écrêtage, la forme d'onde sera celle représentée en 9B.

## *DISTORSION D'AMPLI DE PUISSANCE*

La distorsion d'un amplificateur s'accroît spectaculairement quand le signal entrant est si grand qu'il essaye de demander à la lampe de conduire plus de 100% ou moins de 0% du courant disponible dans l'alimentation à haute tension alors que, bien entendu, c'est impossible. Ce type de distorsion de saturation peut – et doit se produire – dans les circuits de puissance ou de préampli quand ils sont poussés à fond et particulièrement s'ils sont équipés d'un gain supplémentaire pour fournir

une saturation intentionnelle. Une forme d'onde saturée et écrêtée typique est représentée en figure 9B.

Dans les étages de sortie de puissance, ce qui se produit habituellement avant que l'alimentation s'essouffle est que les lampes de puissance atteignent elles-mêmes leur capacité maximale, manquant littéralement de place à l'intérieur de leur plaque. Tant de courant passe que la totalité de la surface interne est saturée et que les électrons supplémentaires y arrivant n'ont plus de place pour se "coller". C'est pourquoi nous pouvons augmenter ou diminuer la capacité de sortie de l'amplificateur en ajoutant des lampes supplémentaires ou en en enlevant.

Un son rétro authentique tient uniquement à la puissance et à la façon dont il écrête. Jusqu'à présent, dans tout ampli, le point intéressant de l'écrêtage de puissance était inséparablement lié à sa puissance et au volume de jeu. Les deux Lone Star renversent ces limitations des temps passés en vous donnant des configurations de puissance distinctes et commutables – chacune avec sa propre fenêtre de puissance pour un véritable écrêtage de lampe de puissance commençant à 5, 15, 30, 50 ou 100 watts, selon l'ampli et son réglage. Et cela peut être affecté par canal, aussi chacun peut-il être façonné pour le timbre et la puissance que vous voulez.

La désactivation de paires de lampes de puissance est quelque chose que j'ai découvert pour la première fois vers 1967 pour un groupe de Marin County nommé Flying Circus. La politique à "3 groupes" de Bill Graham pour le Fillmore était que le groupe qui commençait devait partager son équipement avec le second pour éviter les longs changements de scène. Le Circus venait de monter de nouveaux JBL dans leurs Twins et se souciait que le groupe de hard rock qui les suivait puisse exploser les nouveaux haut-parleurs. Aussi ils demandèrent si je pouvais trouver un moyen de réduire discrètement la puissance avant l'arrivée de leurs rivaux. Ce qui fut fait en désactivant une paire de 6L6 sur chaque ampli via des commutateurs que

j'avais caché sous le châssis. Nous avons découvert plus tard les vertus musicales de la commutation de lampes de puissance (car ils ont oublié de remettre en service les quatre!) et nous l'avons mise en service dans différents amplis depuis, rendant cette fonction finalement affectable par canal dans les deux Lone Star (brevet en cours).

### *CARACTÉRISTIQUES DE DISTORSION*

---

Un autre type de distorsion se produit suite à la "coupure" (arrêt du courant) lors de la transition entre phase push et phase pull. Cette distorsion de croisement ou "d'encoche" sonne de façon assez âpre et non musicale; elle est composée des plus hautes harmoniques impaires.

Un Marshall à EL-34 dont la polarisation est trop faible produira beaucoup plus de cette distorsion que tout Fender

---

*Tous les Mesa/Boogies sont livrés avec une tension de polarisation permanente pour maintenir ce point idéal dans la plage des lampes de puissance.*

---

avec des 6L6 aussi une partie de celle-ci est-elle due aux différences intrinsèques entre les types de lampe. Diminuer la tension de polarisation (en la rendant moins négative) étend la zone de la classe A à la transition et adoucit voire élimine souvent cette situation à l'écrêtage. Toutefois, dans les amplis à EL-34, l'encoche peut réapparaître quand l'ampli de puissance est fortement saturé suite à une énorme tension du signal surmontant totalement la tension de polarisation négative de la grille et amenant en réalité les grilles de contrôle du côté positif. Cela s'appelle un fonctionnement en classe AB2 et lorsque cela arrive, les grilles de commande elles-mêmes commencent à tirer du courant de la cathode, bien que cela ne donne pas de puissance utile pour piloter le haut-parleur.

Vous pouvez penser que l'estime portée à la classe A suggérerait que plus basse est la tension de polarisation (et plus un ampli de classe AB fonctionne en classe A), meilleur

est le son. Ce n'est pas vrai. Bien que la distorsion mesurée continuera de chuter lorsque la tension de polarisation sera réduite, le son – pour les amplis de guitare au moins – passe par un “point idéal” puis commence à perdre son éclat et sa vivacité. C'est la raison pour laquelle tous les Mesa/Boogies sont livrés avec une tension de polarisation permanente pour maintenir ce point idéal dans la plage des lampes de puissance.

Une des fonctions les plus intéressantes du Lone Star Special est sa capacité à changer de configuration, de push-pull en single-ended. C'est beaucoup plus délicat que de simplement désactiver des lampes et nous avons un brevet en cours concernant cette façon de faire. Rappelez-vous que le fonctionnement symétrisé de type push-pull annule tout ce qui est commun des deux côtés.

Et c'est ce qui se produit sur la distorsion de seconde harmonique. La “seconde harmonique” est le nom technique

pour le produit de la distorsion générée par l'écrêtage de la note fondamentale située à l'octave supérieure. Non seulement c'est l'élément de distorsion le plus prédominant produit par les lampes, mais c'est aussi le plus chaud et le plus productif en raison de sa consonance musicale simple (à l'octave). Toutefois, le contenu de la seconde harmonique est totalement éliminé par les circuits push-pull selon le même processus d'élimination que celui supprimant le bruit des câbles de microphone. En terme technique, cela a été considéré comme un avantage encore

---

*Non seulement c'est  
l'élément de distorsion  
le plus prédominant  
produit par les lampes,  
mais c'est aussi le  
plus chaud et le plus  
productif en raison de  
sa consonance musicale  
simple.*

---

plus révolutionnaire du push-pull: la plus grosse part du spectre de distorsion complètement éliminée! ... tandis que la puissance et l'efficacité étaient spectaculairement accrues! Waouh! Quelle affaire!

En terme musical, c'est moins significatif car la seconde harmonique sonne si musicalement qu'elle ne sonne pas tant comme un grésillement (comme les harmoniques d'ordre supérieur) mais plutôt comme un adoucissant de la note d'origine puisque ce qui est ajouté est la même note à l'octave supérieure, à un certain pourcentage (disons 3% à 20% ou environ) de la fondamentale. Un exemple parfait de mesure technique trompeuse par rapport à la réalité sonore (alors qu'une petite proportion d'harmoniques de 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> ordre ou supérieur est par contre très notable et sonne comme du bruit et des grésillements).

L'harmonique de distorsion prédominante restant dans un circuit push-pull est la troisième, qui se situe une octave et une quinte au-dessus de la fondamentale. Cela reste agréable musicalement et peut en réalité apporter du punch à l'amplificateur et faire ressortir dans le mixage d'un groupe. Basculer le Lone Star Special du mode 5 watts single-ended au mode 15 watts push-pull révélera ces différences subtiles mais notables entre les signatures de distorsion des deux configurations. 5 watts donne un son subtil, précieux et nuancé – parfait pour le jeu individuel ou l'enregistrement. 15 watts en push-pull donne un son brillant, tintant et ayant du punch – tout ce qu'il y a de mieux pour ressortir dans un mixage de groupe.

### *PUISSANCE SIMUL-CLASS*

---

Voici quelque chose que vous ne trouverez dans aucun livre, bien que vous le trouviez décrit dans nos brevets 4532476 et 4593251. La Simul-Class, c'est une configuration push-pull parallèle dont les paires mises en parallèle ne sont pas similaires. Il s'agit en réalité de deux amplificateurs push-pull différents et séparés qui peuvent fonctionner individuellement ou "Simul-tanément" chacun dans une "classe" différente, au travers d'un transformateur de sortie commun. Une paire de lampes est polarisée pour fonctionner en classe AB tandis que l'autre paire est

polarisée pour fonctionner en classe A. La paire de classe A sert d'étage de définition du son tandis que la paire AB délivre la majorité de la puissance. Non seulement la paire de lampes de classe A va plus loin dans le soulagement du "point mort" durant la transition push-pull, mais elle étend aussi la région avant que le courant ne soit coupé dans la section vers la coupure au travers du transformateur de sortie.

Cette distorsion d'encoche mentionnée précédemment est exagérée par la "tension de retour" générée suite à l'effondrement du courant dans les moitiés alternatives du transformateur de sortie. Voici ce que cela signifie: nous avons vu comment un transformateur ne laisse passer que les fluctuations du courant, pas le flux de courant continu stable. Et bien, quand la puissance change momentanément et alternativement (à nouveau pour le *la-440*) et quand tout passe au travers d'une moitié du transformateur de sortie, le courant peut être momentanément coupé pour l'autre moitié quand on pousse fort. Le champ magnétique stocké dans cette moitié de métal de transformateur à partir de son courant continu "s'effondre" quand le courant cesse soudainement de passer et quand il fait cela, le magnétisme se reconvertit en tension. Cela devient alors une autre composante de distorsion (la tension utilisée pour créer un arc dans une bougie automobile est générée de la même façon: quand la charge est SUPPRIMÉE de la bobine d'allumage de la voiture, le magnétisme accumulé se convertit instantanément en une crête de tension de sortie qui sert à enflammer le mélange de carburant dans le moteur).

Maintenant, vous savez qu'une classe A n'a de signification qu'en tant que COMBINAISON d'une tension de polarisation fixe

---

*La puissance Simul-  
Class sonne de façon  
plus douce, plus chaude  
et avec moins de punch  
que notre puissance  
100 watts standard.  
En résumé, elle a plutôt  
les caractéristiques de  
la classe A.*

---

et d'une tension de signal (volume) aussi la Simul-Class permet à l'amplificateur push-pull de rester au-dessus du point de coupure tout en traitant un signal plus important. Même si une paire de classe AB a cessé de tirer du courant, la paire de classe A continue de maintenir un certain flux de courant dans le transformateur primaire, empêchant l'effondrement du champ magnétique et le retour de tension.

De nombreux amplificateurs Simul-Class utilisent aussi une paire en classe A branchée pour le fonctionnement de type triode. Cela signifie que les grilles de criblage de ces deux lampes sont reliées aux plaques et fonctionnellement désactivées. Comparez les grilles de criblage à des éléments accélérateurs, fonctionnant comme un catalyseur pour accroître la sensibilité de la lampe aux signaux entrants. Avec les grilles désactivées, la réponse résultante de la triode a une réaction bien plus progressive (une moindre "sensibilité à la puissance") aux signaux de commande entrants, causant un début d'écrêtage plus doux. La réponse sonore est assez comparable à l'emploi de la partie pulpeuse de votre pouce pour jouer une corde par rapport au bord plus dur d'un médiator. La note a toujours la même fréquence et peut être aussi forte, bien que le contenu harmonique et par conséquent le timbre soit entièrement différent.

La Simul-Class se retrouve aujourd'hui dans nos amplificateurs Mark IV et Stereo 2: Ninety et s'est illustrée dans le Mark II-C consacré lors de ces dernières années, un des favoris de Metallica. La puissance Simul-Class sonne de façon plus douce, plus chaude et avec moins de punch que notre puissance 100 watts standard. En résumé, elle a plutôt les caractéristiques de la classe A.

## *MILES ET COLTRANE*

---

Cet exposé technique pourrait se prolonger indéfiniment. Il est difficile de savoir où et comment terminer. Mais il se fait tard...et je me rappelle une histoire à propos du

groupe de Miles Davis dans lequel John Coltrane jouait régulièrement des solos durant 20, 30, 40 minutes ou plus. Quand Miles s'en plaignait auprès de Coltrane, Trane répondit, "Il y a encore beaucoup à dire, mon gars. Je ne sais pas... comment termines-tu un solo?" Ce à quoi Davis répondit lentement, " ...Tu décolles l'instrument de ta bouche."

FIN

(pour le moment, du moins)

©2005 Randall Smith  
Concepteur & Président

————— BREVETS MESA —————

Original Lead/Rhythm Dual Mode Amplifier 4,211,893

Simul-Class Power Amp 4,532,476

Simul-Class Power Amp 4,593,251

Lead/Rhythm Dual Mode Amplifier (Simplified) 4,701,957

Dyna-Watt Power Amp 4,713,624

Tweed & Spongy Power - Mains Voltage Reduction 5,091,700

Selectable Dual Rectifier 5,168,438

TriAxis Preamp – Programmable Midi Control of 8 Tube Modes 5,208,548

Progressive Linkage - Variable Power Tube Power Section 5,559,469

Parallel FX Loop with Mix Control 6,522,752

Mute Circuit 6,621,907

Solo Control – Pre-settable, Footswitchable Volume Boost 6,724,897



La Maison du Son, Petaluma, Californie – Bons vieux Etas-Unis



Mesa/Boogie Ltd., 1317 Ross Street, Petaluma CA 94954 Tél: 707-778-6565 [www.mesaboogie.com](http://www.mesaboogie.com)