

# Solide Amplificateur Audio à Haute-Fidélité



tension de sortie max: 28Vrms (100W sur 8 Ohms; 200W sur 4 Ohms)

gain et sensibilité: 29,8dB (x31) et 0,9Vrms

courant de sortie max: 12Arms par voie (charge mini: 2Ω)

impédance de sortie: 0,02Ω

bande passante: 4Hz à 360kHz à -1dB

bruit en sortie: (entrée court-circuitée)

rendement à 28Vrms: 70% (sur charge résistive)

distorsion harmonique totale: 0,006% à 1W 60Hz  
0,006% à 1W 600Hz  
0,007% à 1W 6kHz

0,01% à 8W 60Hz  
0,01% à 8W 600Hz  
0,012% à 8W 6kHz

0,024% à 50W 60Hz  
0,024% à 50W 600Hz  
0,026% à 50W 6kHz

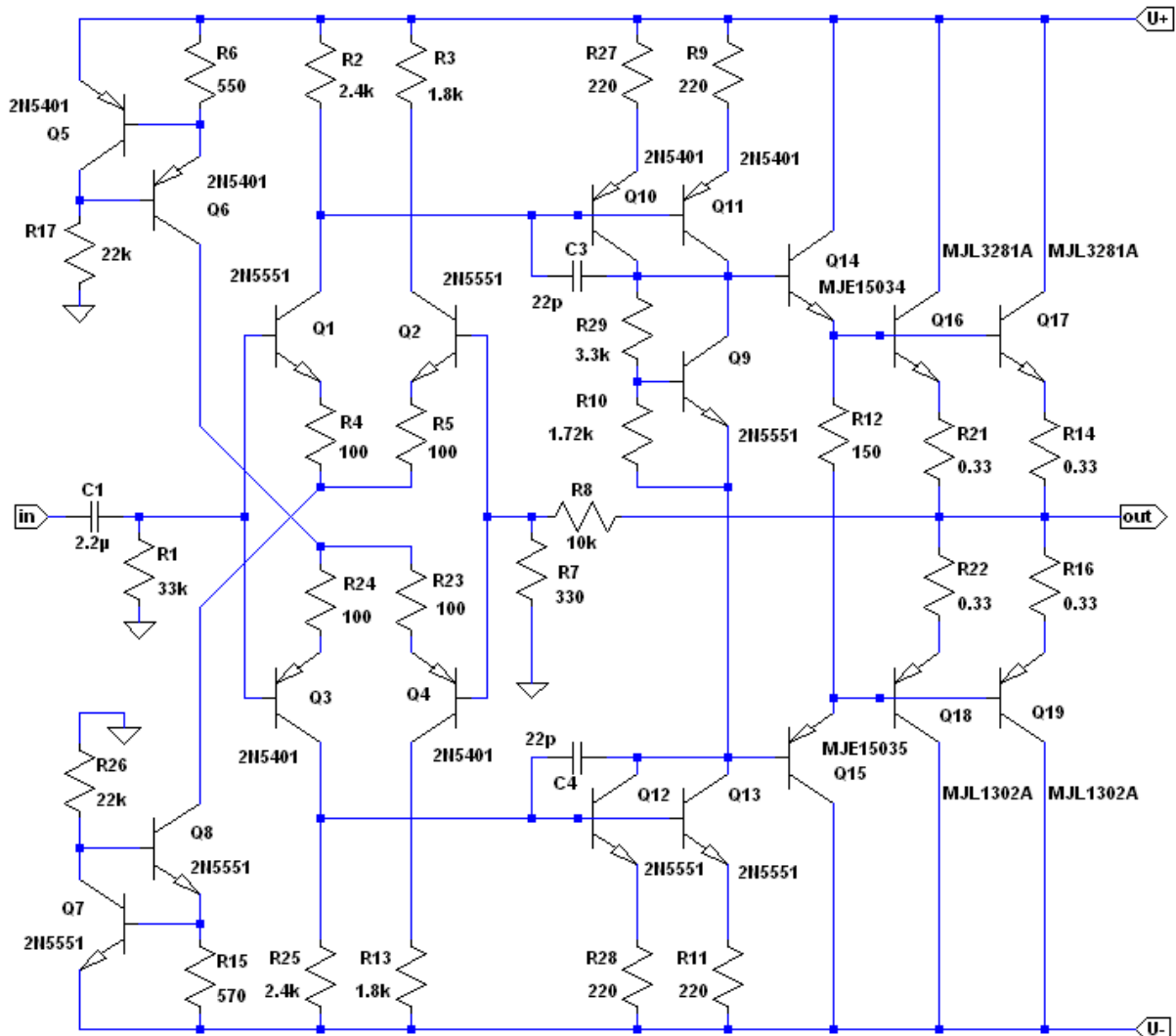
réalisation DIY de janvier 2014

Jean-Marc Plantefève

<http://jm.plantefeve.pagesperso-orange.fr/>

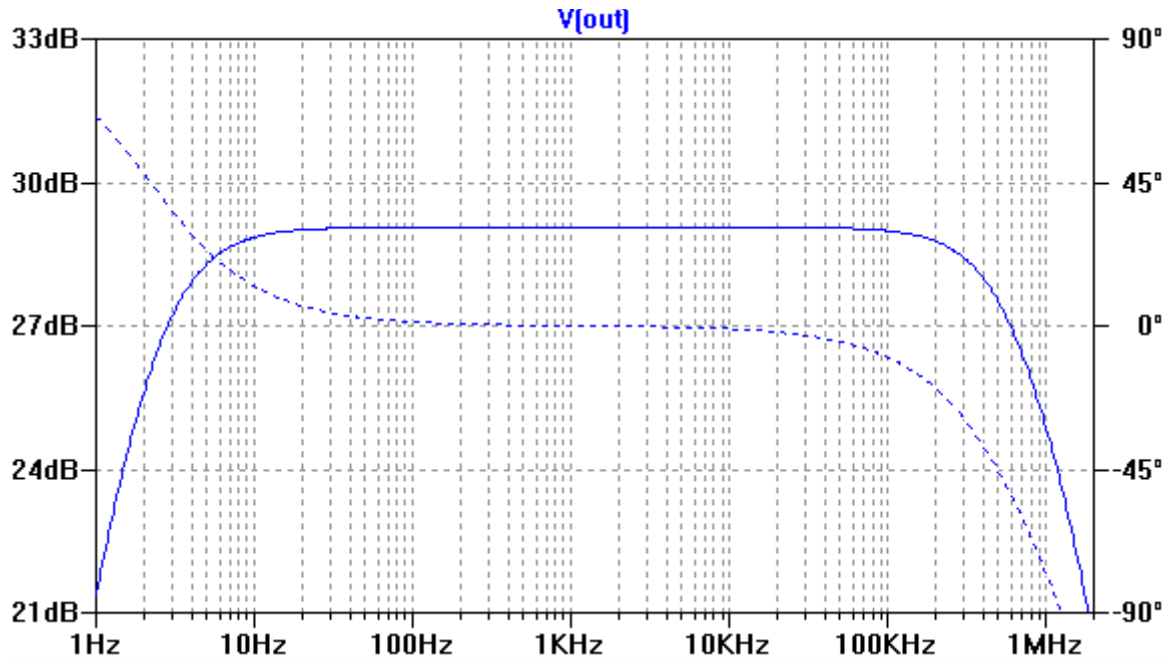
## Schéma d'un module amplificateur

- Amplification linéaire à transistors bipolaires [On Semiconductor](#) modernes
- double push-pull classe B ( $I_{repos} = 2 \times 50\text{mA}$ )
- driver classe AB ( $I_{repos} = 8\text{mA}$ )
- amplificateur de tension classe A ( $I_{repos} = 2 \times 3\text{mA}$ )
- différentiel symétrique avec générateur de courant ( $1,2\text{mA}$ ) à haute impédance
- contre-réaction globale uniquement résistive
- compensation à pôle dominant au second étage par effet Miller
- réglage de courant de repos par intégration d'un ajustable en R10
- réglage d'offset par intégration d'un ajustable en R15
- découplage des rails d'alimentation non représenté ( $2,2\mu\text{F} + 470\mu\text{F}$ )



## Modélisation et simulations Spice

- Logiciel LTspice IV de [Linear Technology](#)
- guide d'utilisation audio: [http://jm.plantefevre.pagesperso-orange.fr/LTspice\\_amp.pdf](http://jm.plantefevre.pagesperso-orange.fr/LTspice_amp.pdf)
- modèles spice des transistors MJE et MJL importés du site [On Semiconductor](#)
- alimentation +/-45V
- bande passante à 50W sur 8R (pointillés pour la phase):



- distorsion harmonique totale à 50W (28Vrms) sur 8R à 600Hz:

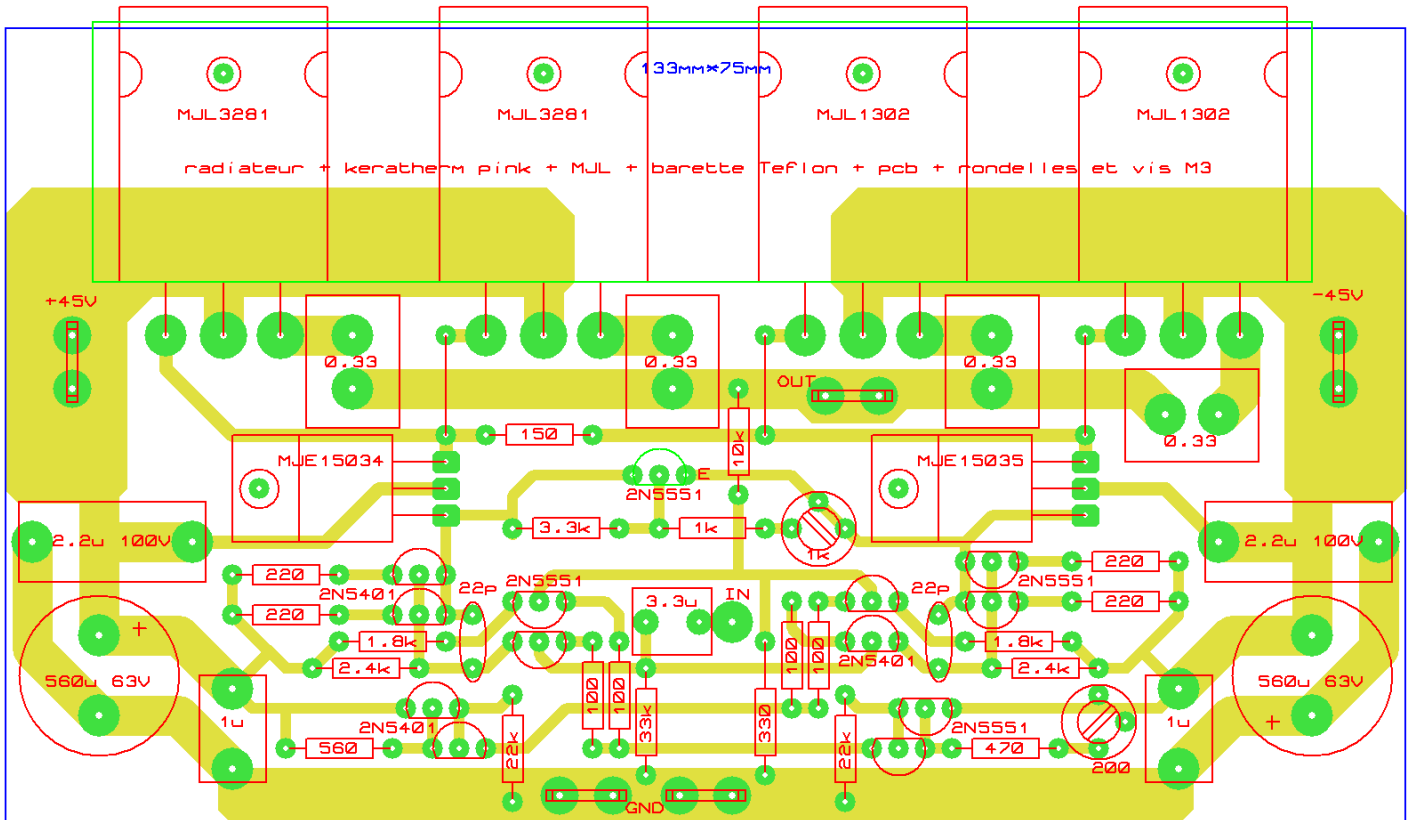
Fourier components of V(out)  
DC component:-0.00745447

Harmonic Number	Frequency [Hz]	Fourier Component
1	6.000e+02	2.837e+01
2	1.200e+03	4.378e-03
3	1.800e+03	4.962e-03
4	2.400e+03	5.582e-05
5	3.000e+03	8.672e-04
6	3.600e+03	2.674e-04
7	4.200e+03	6.041e-04
8	4.800e+03	4.353e-04
9	5.400e+03	5.255e-04
10	6.000e+03	3.509e-04

Total Harmonic Distortion: 0.023796%

## Circuit imprimé (135mm x 76mm ici zoomé à 140%)

- routage manuel sous Ares Proteus 5.2 Lite de [Labcenter Electronics](#)
- sandwich au serrage M3: dissipateur + keratherm + T0264 + Téflon + CI
- le transistor multiplicateur de Vbe est soudé côté cuivre



Attention : cette description de prototype n'inclut pas de protection contre les courts-circuits ( $I > 20A$ ) ni contre les dérives DC pouvant subvenir en cas de panne. Une construction et une utilisation dans les règles de l'art sont alors un minimum.

## Alimentations

- 2\* SMPS à mode résonant (500kHz à 1,5MHz) 500VA [Connexelectronic](#)
- régulées à +45V/-45V ;  $I_{nom} = 5,5A$
- $45V * 2 * (12Arms * 1,41/3,14) = 45V * 2 * (5,5A) = 485VA$
- secteur : 196V à 264V
- 2\* 100mm\*100mm ; 2\* 400gr
- rendement à 250VA : 94%

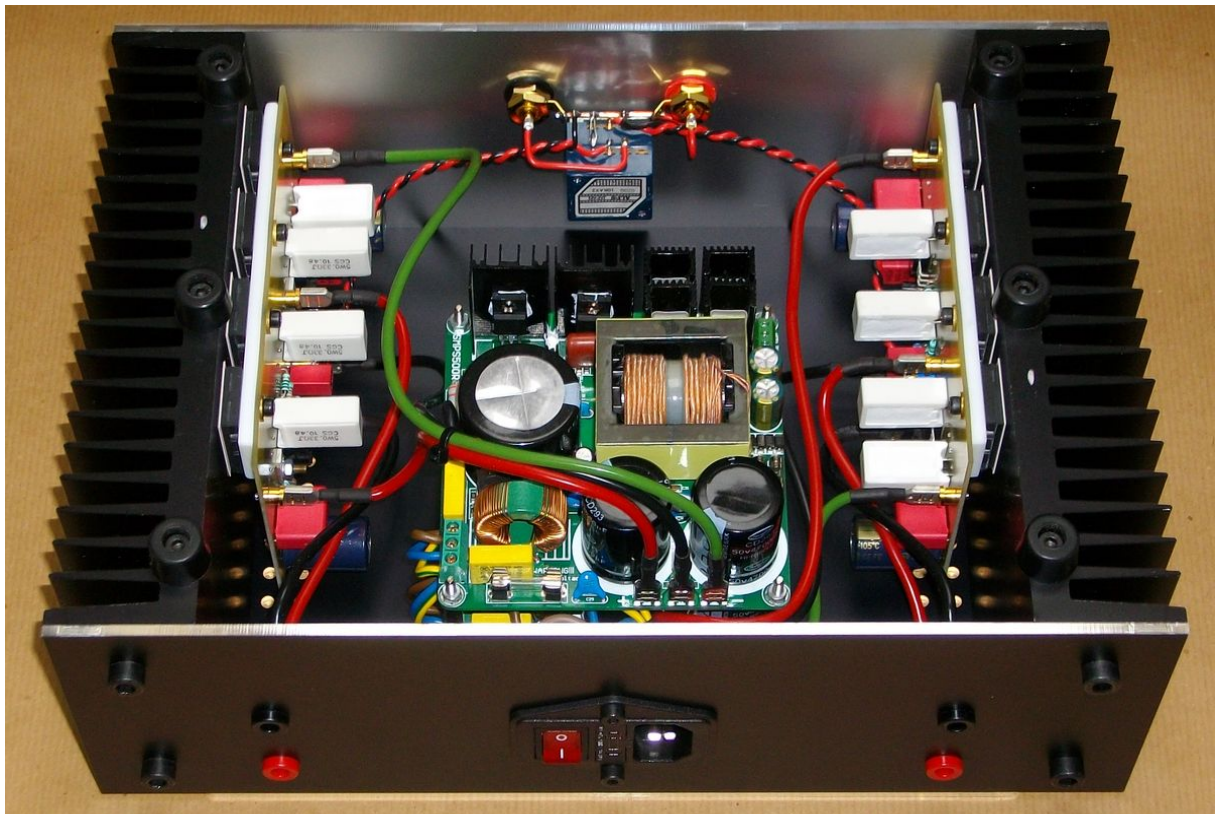
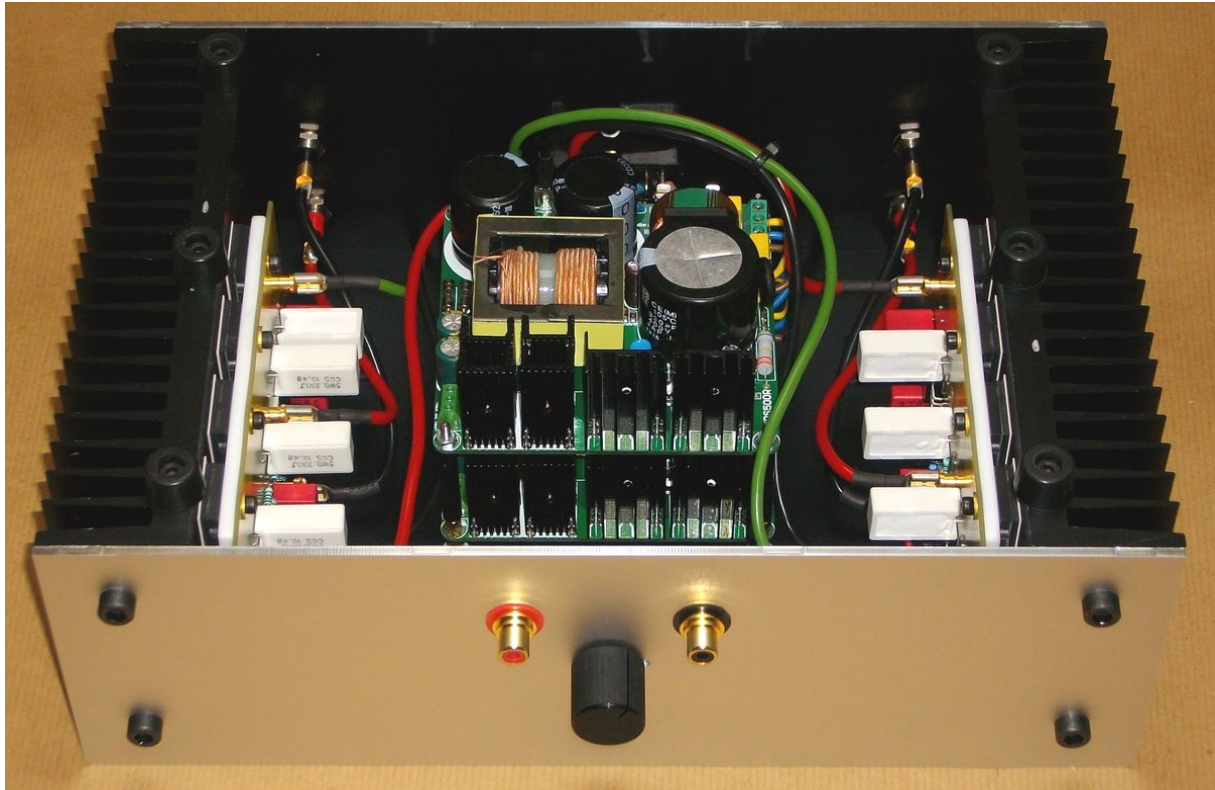
Attention : le pont de découpage est alimenté par la tension secteur redressée. 340Vdc sont présents à de multiples endroits de la carte. Ne jamais toucher avant au moins 5 minutes de déconnexion !

Ne jamais remplacer les fusibles des cartes pour un calibre supérieur à l'existant.

## Coffret dissipateur (300mm x 206mm x 103mm ; dissipateurs de 0,7°K/W)

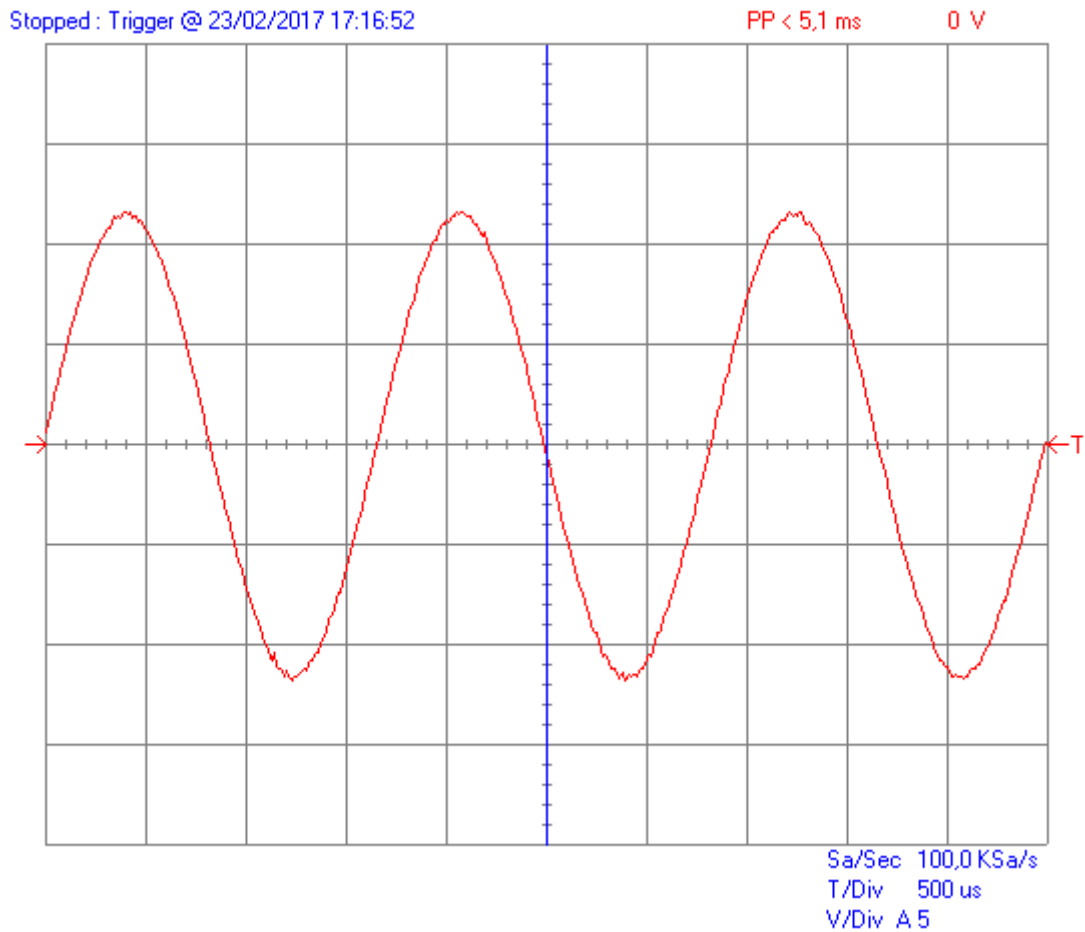
- 3 plaques alu dessinées et sous-traitées avec [Front Panel Designer](#)
- température aux puces (100W en régime permanent) :

$$25^{\circ} + (2 \cdot 45V^2 / (\pi^2 \cdot 8\Omega)) \cdot (0,7 + (0,625 + 0,325) / 4) = 75^{\circ}$$



## Mesures

- charge résistive de  $8\Omega$  (4\* RH5/33 $\Omega$  sur dissipateur)
- instrument USB multi-fonctions : [EasySYNC\\_DS1M12](#)
- générateur à 2Vrms, potentiomètre d'entrée en réglage de niveau
- signal sinus 600Hz 8W :



- en travaux avec d'autres appareils de mesure ...

## Liste des composants

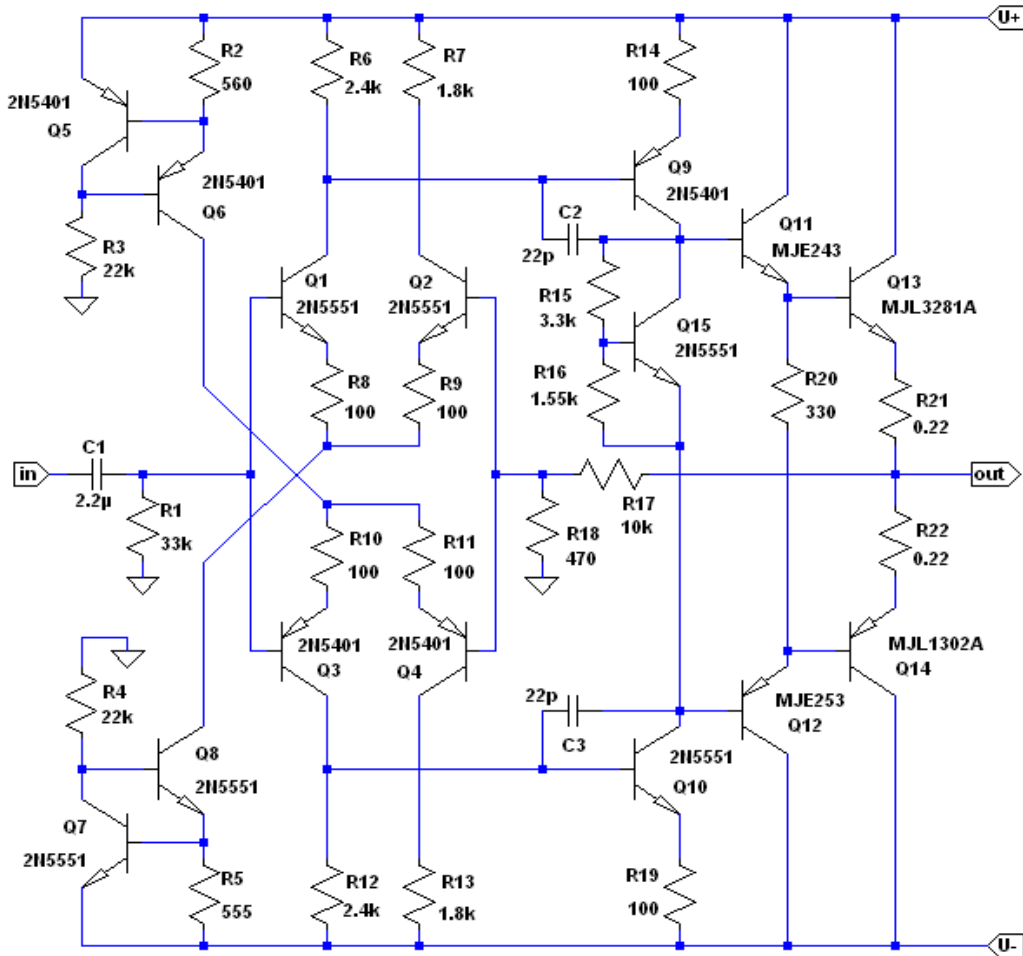
### Amplificateur stéréo 2x100W sur 8R

TTC

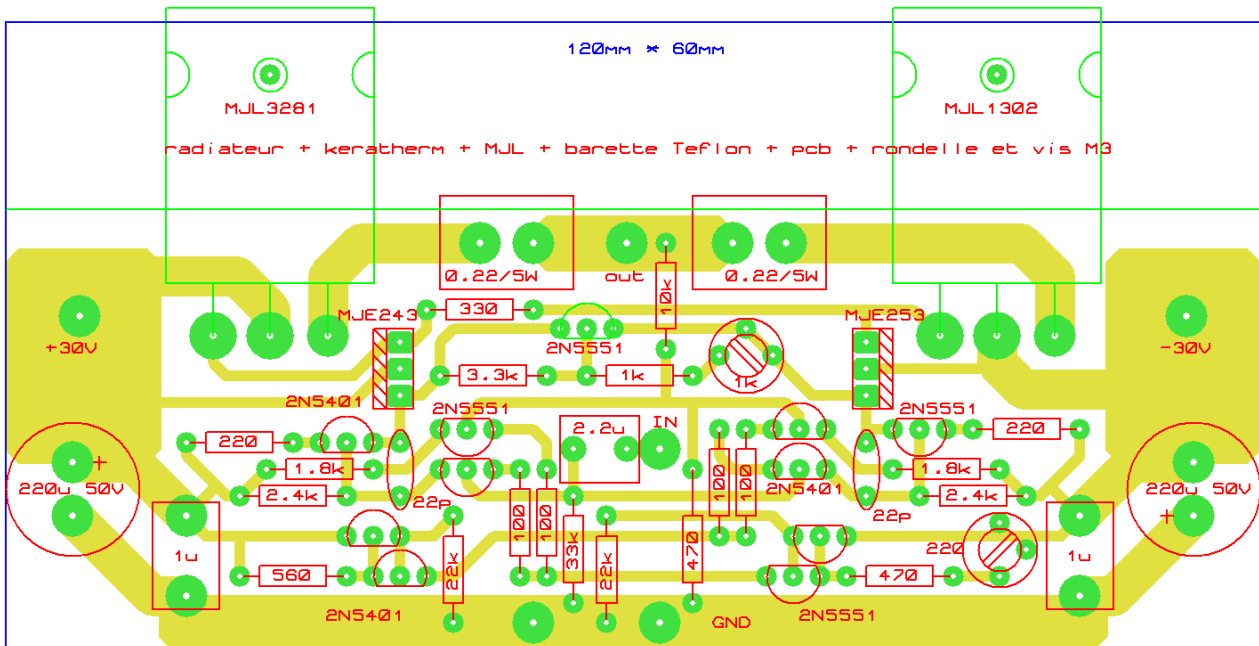
qté	désignation	marque	source	prix unit.
<b>paire de cartes amplificatrices</b>				<b>161,80 €</b>
1	paire de CI 75µm étamés et percés (port compris)		bxtronics	50,00 €
4	MJL1302	On Semiconductor	RS particuliers	3,48 €
4	MJL3281	On Semiconductor	RS particuliers	3,70 €
2	MJE15032	On Semiconductor	RS particuliers	0,96 €
2	MJE15033	On Semiconductor	RS particuliers	1,26 €
20	2N5551 (pour 6 paires triées)	On Semiconductor	Conrad	0,30 €
20	2N5401 (pour 6 paires triées)	On Semiconductor	Conrad	0,43 €
22	résistance SFR25		Selectronic	0,07 €
8	résistance 0,33R 5W	TE	RS	0,24 €
2	ajustable cermet 200R		Conrad	1,60 €
2	ajustable cermet 1kR		Conrad	1,60 €
4	condensateur mica argenté 22pF		Selectronic	0,75 €
2	condensateur 63V 3,3µF MKS2	Wima	Conrad	2,60 €
4	condensateur 100V 1µF MKS4	Wima	Conrad	0,95 €
4	condensateur 100V 2,2µF MKS4	Wima	Conrad	1,70 €
4	condensateur 100V FRS 220µF		Selectronic	2,50 €
1	Lot de 10 picots 6,3mm laiton		Selectronic	9,70 €
0,25	film Keratherm pink	Kerafol	Conrad	14,95 €
0,25	plaque Teflon 120x200x4mm (port compris)		Plastique sur mesure	27,78 €
1	lot de visserie			5,00 €
<b>coffret dissipateur</b>				<b>219,58 €</b>
1	3 plaques alu 3mm usinées (port compris)		Schaeffer	150,00 €
2	radiateur SK47 100	Fischer	Conrad	27,99 €
1	lot de visserie			10,00 €
0,6	10 pieds caoutchouc à visser		Electronique Diffusion	6,00 €
<b>alimentations pour « double mono »</b>				<b>163,69 €</b>
2	SMPS 500 230V 2x45V (port compris)		Connexelectronic	75,00 €
1	lot de visserie			5,00 €
1	embase 230V + inter + fus.	K+B	Conrad	8,69 €
<b>connectiques E/S</b>				<b>35,22 €</b>
1	potentiomètre 10kR	Alps	Audiophonics	14,90 €
1	bouton aluminium noir axe cranté		Audiophonics	2,20 €
1	embase cinch rouge	Neutrik	Audiophonics	1,96 €
1	embase cinch noire	Neutrik	Audiophonics	1,96 €
2	douille banane 4mm laiton rouge	Multicontact	Conrad	3,60 €
2	douille banane 4mm laiton noire	Multicontact	Conrad	3,50 €
<b>câblage interne</b>				<b>12,10 €</b>
1	mètre fil 2,5mm <sup>2</sup> ultra-souple noir		Selectronic	4,00 €
1	mètre fil 2,5mm <sup>2</sup> ultra-souple rouge		Selectronic	4,00 €
0,5	mètre fil 2,5mm <sup>2</sup> ultra-souple bleu			4,00 €
10	cosse 6,3mm 2,5mm <sup>2</sup>		Conrad	0,18 €
0,3	mètre gaine thermo			1,00 €
<b>total :</b>				<b>592,39 €</b>

## Version 2x40W

Schéma à simple push-pull, alimentation +/-30V :



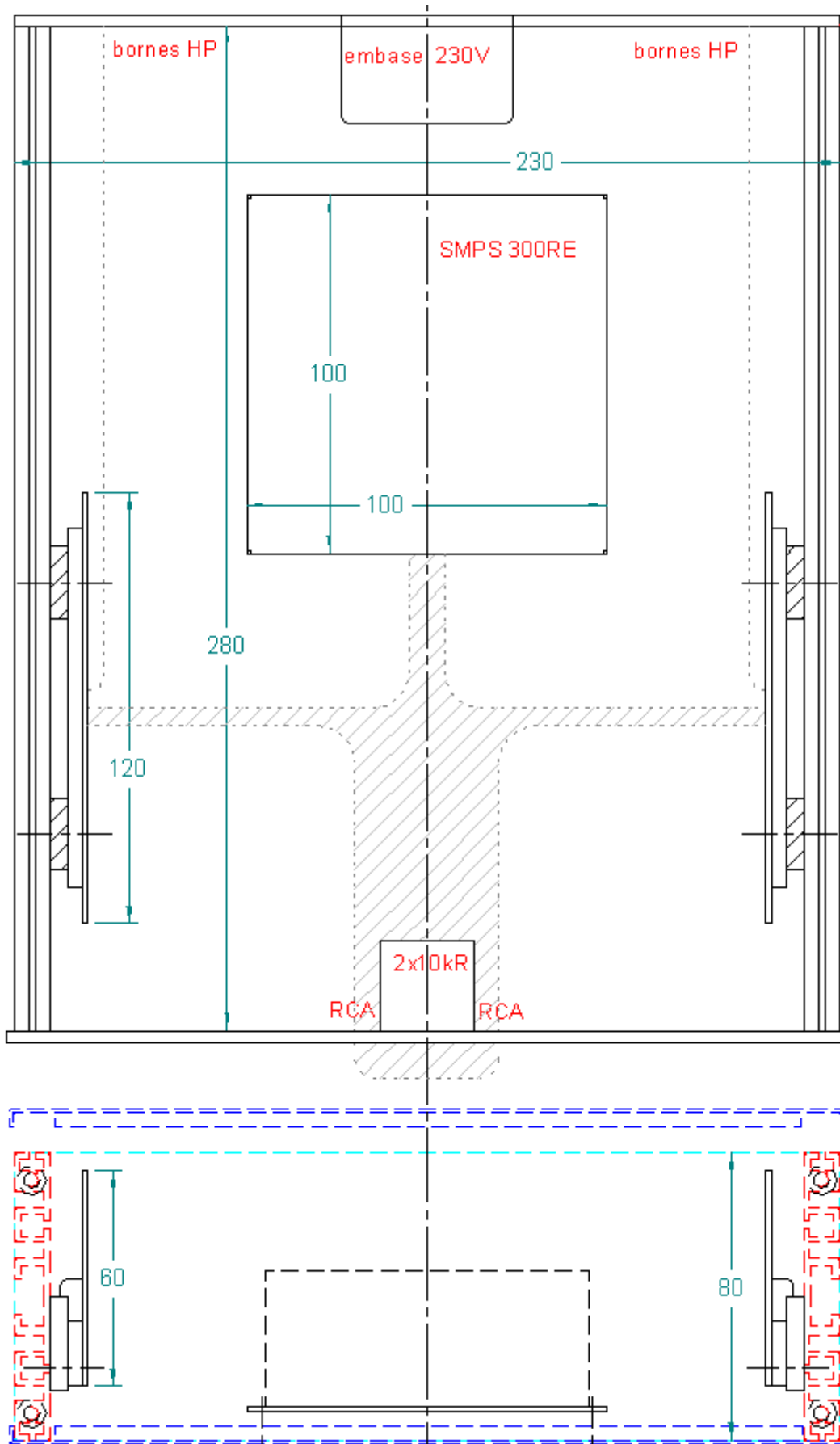
Circuit imprimé 120mm x 60mm (ici zoomé à 140%) :





Implantation dans un coffret Galaxy GX288 :

(liaisons de masse en pointillés, surface de boucle minimum)



**Amplificateur stéréo 2x40W sur 8R**

TTC

qté	désignation	marque	source	prix unit.
	<b>paire de cartes amplificatrices</b>			<b>102,66 €</b>
1	paire de CI 35µm étamés et percés (port compris)		bxtronics	35,00 €
2	MJL1302	On Semi.	RS part.	3,65 €
2	MJL3281	On Semi.	RS part.	3,64 €
2	MJE243	On Semi.	RS part.	0,54 €
2	MJE253	On Semi.	RS part.	0,54 €
12	2N5551	On Semi.	Conrad	0,20 €
10	2N5401	On Semi.	Conrad	0,43 €
20	résistance MF0207	Yageo	Conrad	0,15 €
4	résistance MPC74 0,22R 5W	Futaba	Conrad	1,00 €
2	ajustable cermet 200R	Murata	Conrad	0,80 €
2	ajustable cermet 1kR	Vishay	Conrad	1,60 €
4	condensateur céramique 22pF	Vishay	RS Part.	0,80 €
2	condensateur 50V 2,2µF MKS2	Wima	Conrad	2,40 €
4	condensateur 100V 1µF MKS4	Wima	Conrad	0,90 €
4	condensateur 50V 220µF EEU-FR	Panasonic	Conrad	1,13 €
0,25	film Keratherm pink 86/60	Kerafol	Conrad	9,19 €
0,4	plaque Teflon 100x100x4mm (port compris)		Plast. sur mes.	25,00 €
1	lot de visserie			4,00 €
	<b>coffret dissipateur</b>			<b>31,82 €</b>
1	coffret GX288	Hifi 2000	Audiophonics	30,50 €
0,66	6 pieds caoutchouc 22,3x10,2	PB Fastener	Conrad	2,00 €
	<b>alimentation stéréo</b>			<b>91,99 €</b>
1	lot de visserie			4,00 €
1	SMPS 300RE 230V 2x30V	Connex.	Audiophonics	79,00 €
1	embase 230V + inter + fus.	K+B	Conrad	8,99 €
	<b>connectiques E/S</b>			<b>36,40 €</b>
1	potentiomètre 2x10kR	Alps	Audiophonics	14,90 €
1	bouton aluminium noir axe cranté		Audiophonics	2,30 €
1	embase cinch rouge	Neutrik	Audiophonics	2,50 €
1	embase cinch noire	Neutrik	Audiophonics	2,50 €
2	douille LB-I4R-A 4mm laiton rouge	Multicontact	Conrad	3,60 €
2	douille LB-I4R-A 4mm laiton noire	Multicontact	Conrad	3,50 €
	<b>câblage interne</b>			<b>9,60 €</b>
1	m. fil 1,5mm <sup>2</sup> ultra-souple noir	Multicontact	Conrad	3,60 €
1	m. fil 1,5mm <sup>2</sup> ultra-souple rouge	Multicontact	Conrad	3,60 €
0,5	m. fil 1,5mm <sup>2</sup> ultra-souple bleu	Multicontact	Conrad	3,60 €
0,3	mètre gaine thermo			2,00 €
	<i>Jean-Marc Plantefève</i>		<b>total :</b>	<b>272,47 €</b>