# Amplificateur de puissance LDMOS pour 23 cm

Wolf-Henning Rech DF9IC Eisinger Str. 36/2 D-75245 Neulingen Allemagne

JN48iw

http://www.df9ic.de





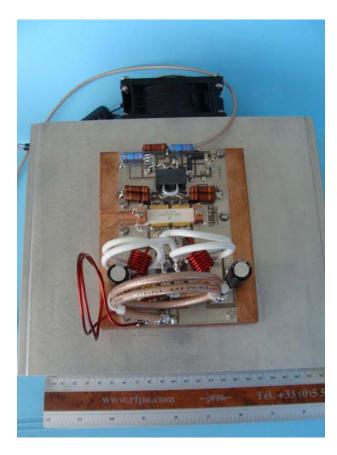
# LDMOS: "full legal power"?

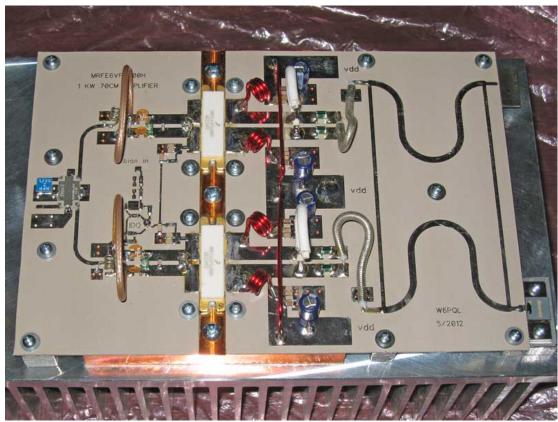
Modules LDMOS populaires:

- 144 MHz: 1 kW LDMOS MRFE6VP1K25
- 432 MHz: 500 W MRFE6VP5600
- 1296 MHz: 150 W 2 x MRF286

## Modules non blindés

OK pour le prototype – mais pour le produit fini?





# Appareils avec peu d'écran

Boitier imparfaitement blindé



# Conception de mes modules

 Boitier blindé bon marché, integrée avec un conducteur de chaleur

 Transistors LDMOS a prix bas du marché surplus (radio cellulaire, pas radiodiffusion)

 Composants chères seulement ou on ne peut pas les éviter

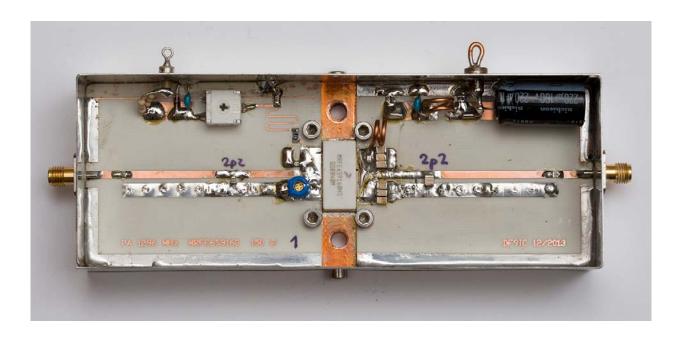
# Conception du boitier

- Transistor installé sur un conducteur de chaleur
- Cadre et couvercle en fer-blanc (peut être vissé au cuivre)
- Circuit imprimé vissé au au cuivre et soudé au cadre de fer-blanc



# Conception du boitier

- L'entrée et la sortie sur deux circuits imprimés séparés
- Peu de troux métalisés



#### L'amenée de courant

 Condensateur de passage pour les courants élevés





# Quels transistors pour 23 cm?

- Transistors 900 MHz 60 W: MFR9060, MRF6S9060, MRF286 etc. (sans pré-adaption)
- Transistors pour 1300/1400 MHz (pré-adapté):
  PTF141501E 150 W 28 V

BLF6G13L-250P 250 W 50 V

 Transistors 900 MHz 125...160 W: MRFE6S9125, MRFE6S9135, MRFE6S9160 (pré-adapté seulement à l'entrée)

# Le transistor préferé pour 23 cm

#### Freescale Semiconductor

Technical Data

#### **RF Power Field Effect Transistors**

N-Channel Enhancement-Mode Lateral MOSFETs

Designed for N-CDMA, GSM and GSM EDGE base station applications with frequencies from 865 to 960 MHz. Suitable for multicarrier amplifier applications.

Typical Single-Carrier N-CDMA. Performance @ 880 MHz: V<sub>DD</sub> = 28 Volts, I<sub>DQ</sub> = 1200 mA, P<sub>out</sub> = 35 Watts Avg., IS-95 CDMA (Pilot, Sync, Paging, Traffic Codes 8 Through 13) Channel Bandwidth = 1.2288 MHz. PAR = 9.8 dB @ 0.01% Probability on CCDF.

Power Gain — 21 dB Drain Efficiency — 31%

ACPR @ 750 kHz Offset — -46.8 dBc in 30 kHz Bandwidth

 Capable of Handling 10:1 VSWR, @ 32 Vdc, 880 MHz, 3 dB Overdrive, Designed for Enhanced Ruggedness.

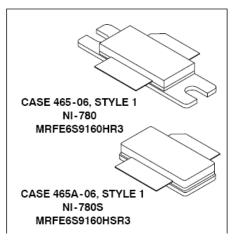
#### **Features**

- · Characterized with Series Equivalent Large-Signal Impedance Parameters
- Internally Matched for Ease of Use
- Qualified Up to a Maximum of 32 V<sub>DD</sub> Operation
- Integrated ESD Protection
- · RoHS Compliant
- In Tape and Reel. R3 Suffix = 250 Units per 56 mm, 13 inch Reel.

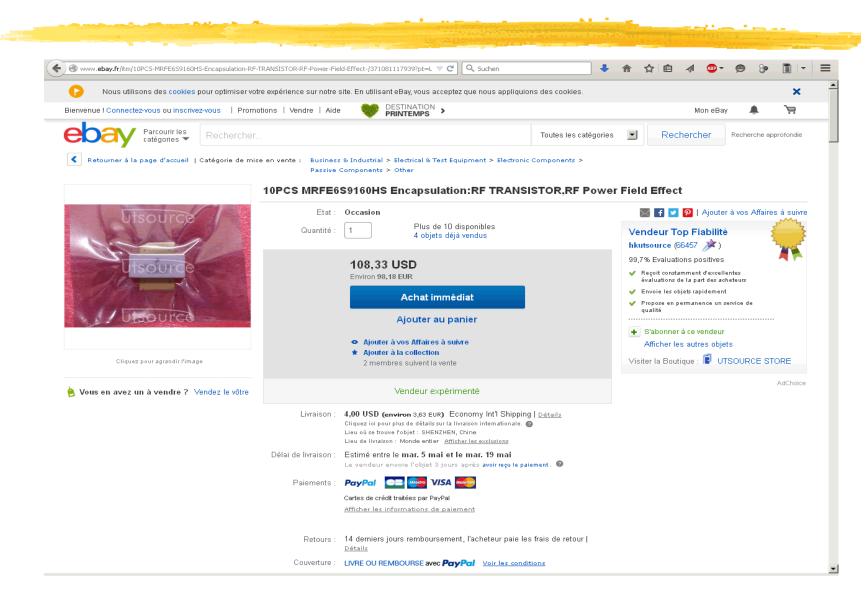
Document Number: MRFE6S9160H Rev. 1, 12/2008

MRFE6S9160HR3 MRFE6S9160HSR3

880 MHz, 35 W AVG., 28 V SINGLE N-CDMA LATERAL N-CHANNEL RF POWER MOSFETs



#### MRFE6S9160HS - 10 EUR



# PA 1296 MHz: le prototype

Essayons!



Le résultat: 150 W de sortie et 19...20 dB gain

# PA 1296 MHz: push-pull?

Conception d'un ampli push-pull:



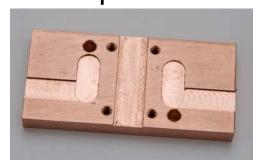
Le résultat: asymmetrie, rendement bas

 Conception d'un ampli sans troux métallisés autour du transistor :



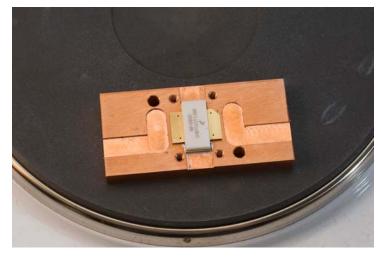
Résultat: comparable à l'original

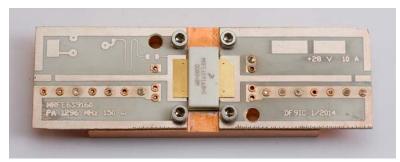
 Soudure du transistor: au début avec le fil de soudre étain/plomb











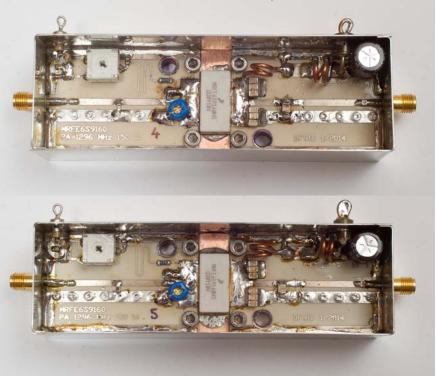
- Résultat: succès, mais aussi plusieures pertes (transconductance des transistors était réduit)
- Puis application d'une soudure CMS à basse température 138°C – Edsyn CR11 Sn42Bi58 (étain – bismuth)

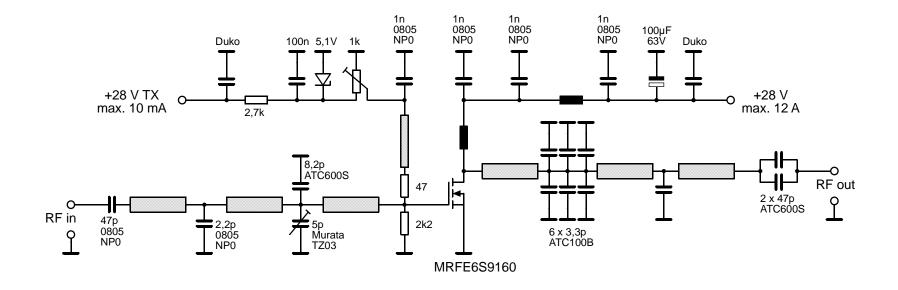


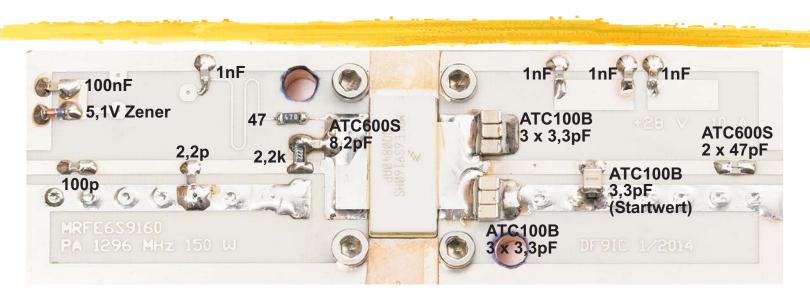
- Chauffer et refroidir soigneusement
  - => il n'y avait plus de pertes!

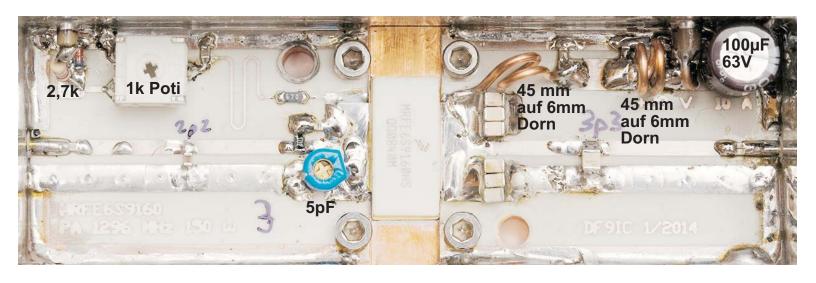
Production de 4 prototypes – puissance > 150 W à 28 V



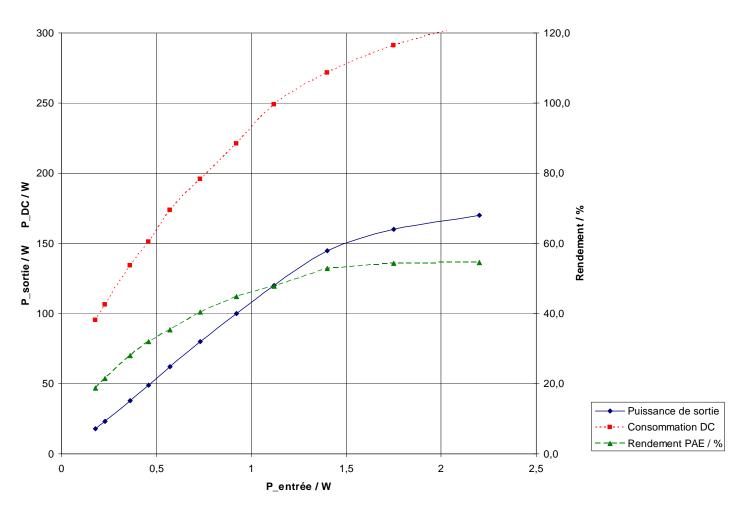










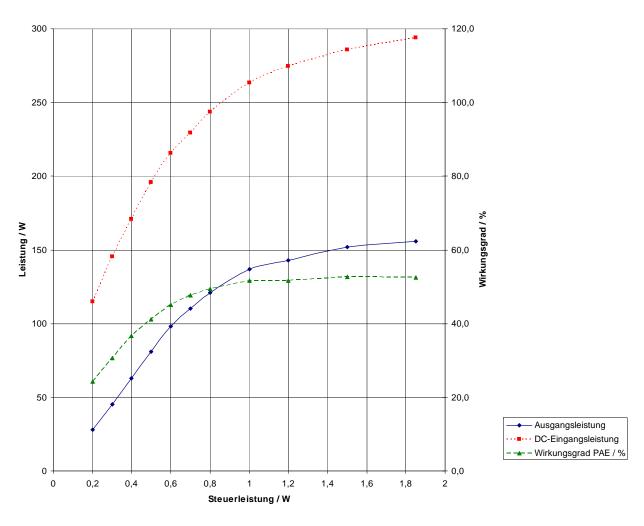


 Un essaie sur le substrat FR4, pour éviter les problèmes avec l'aprovisionnement du matériel RO4003 0,81 mm



Le résultat: puissance et rendement sont réduits

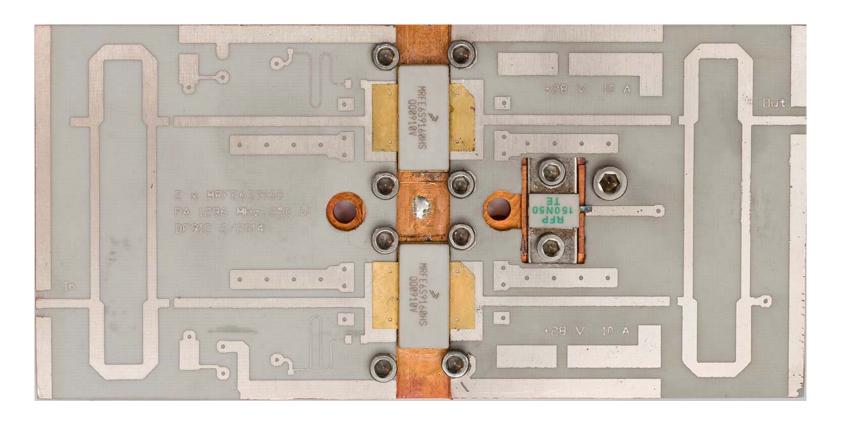


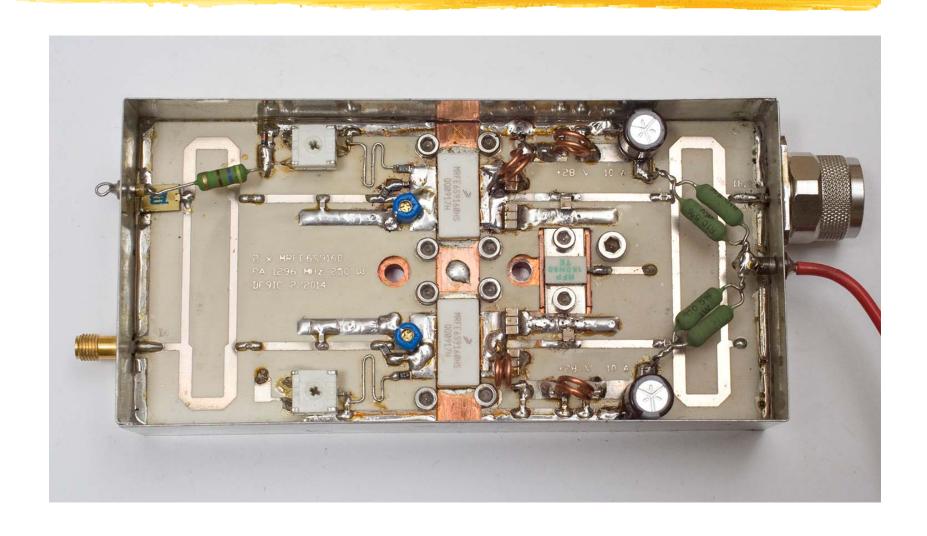


Prochaine étape: couplage de 2 amplis



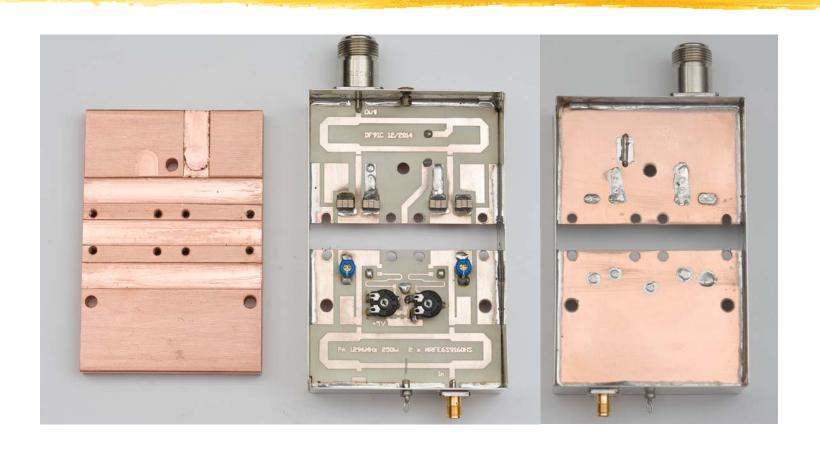
Prototype de l'ampli "jumeaux"

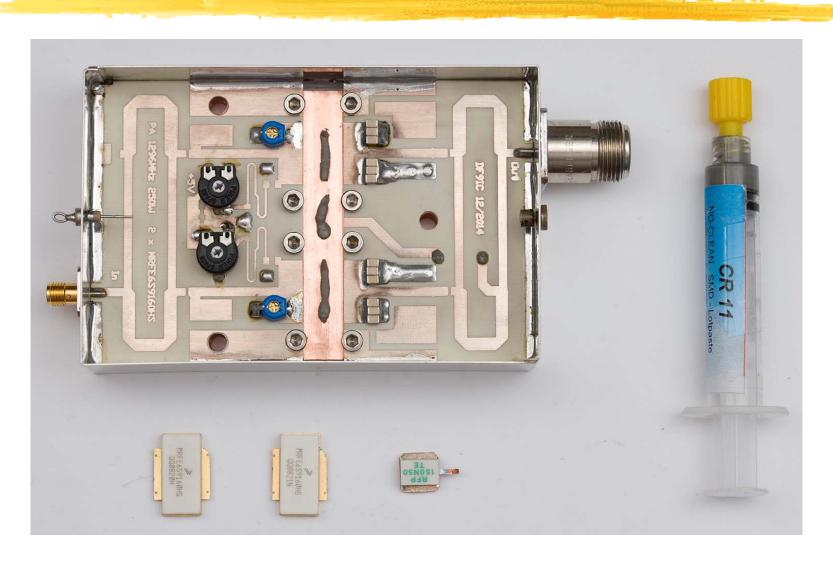


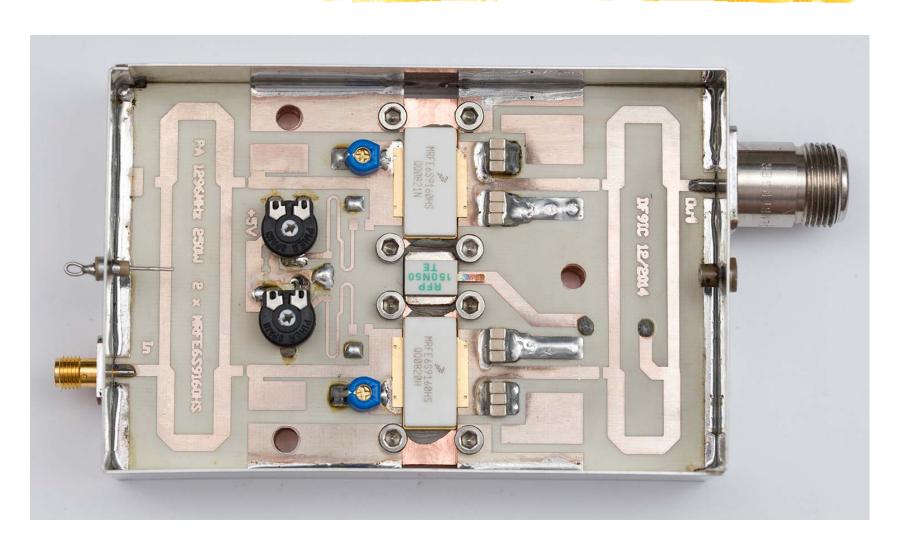


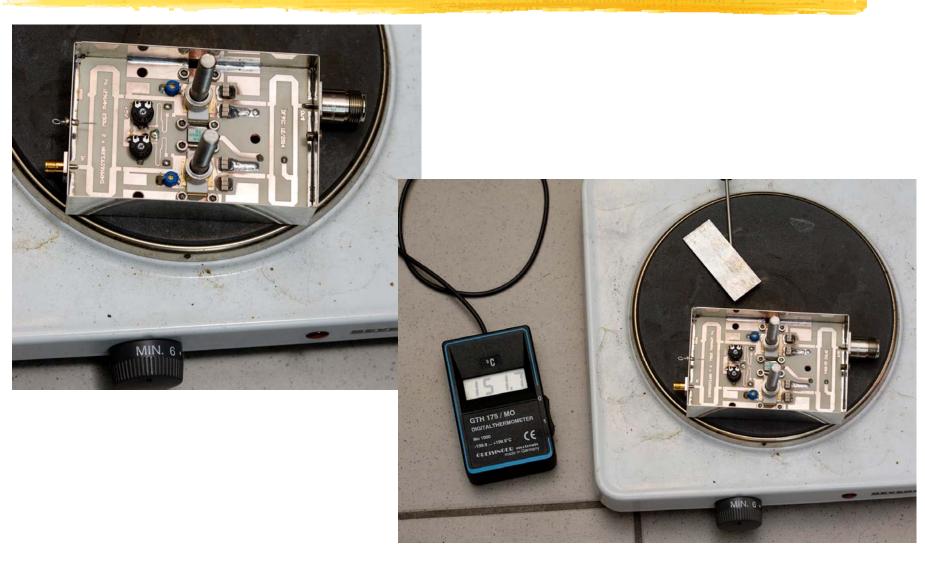
- Résultat: succès, proche à 300 W à 28 V, rendement un peu plus bas
- Pré-ajustement de l'adaption de chaque transistor en operation simple, puis seulement petites corrections nécessaires

- Mais: construction trop délicat, et trop grand
  - => nouvelle version



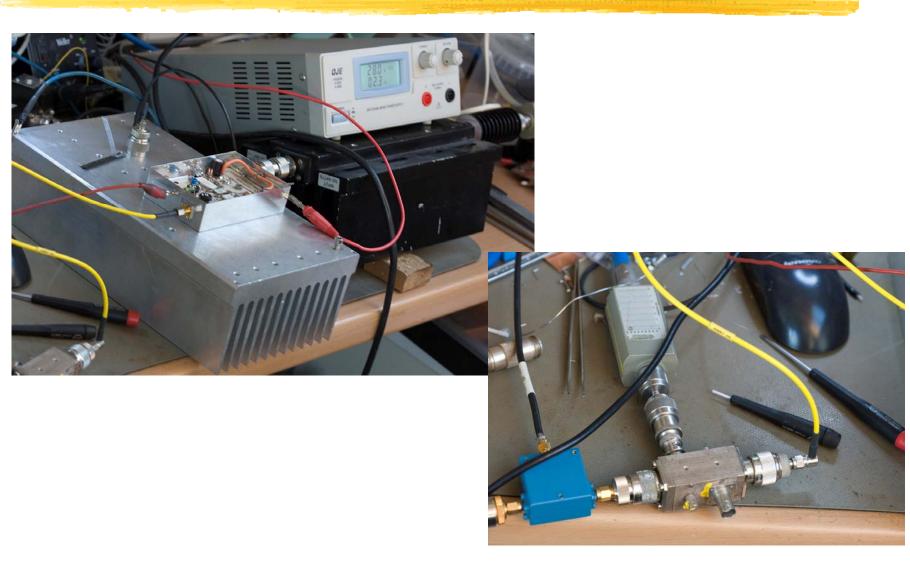




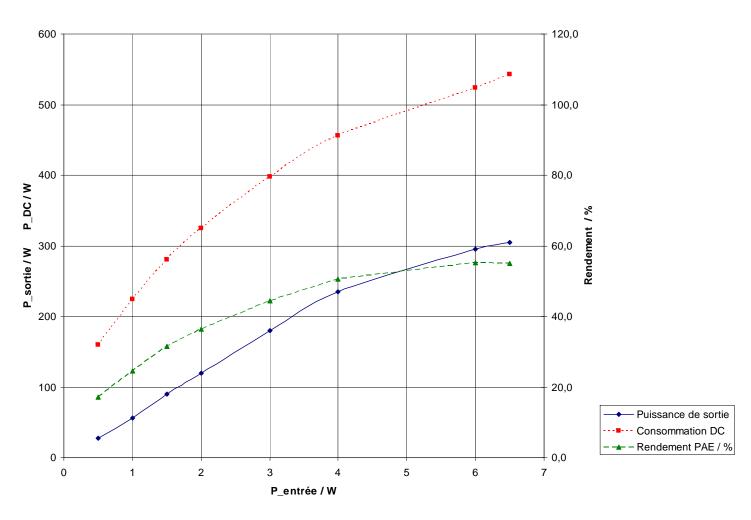








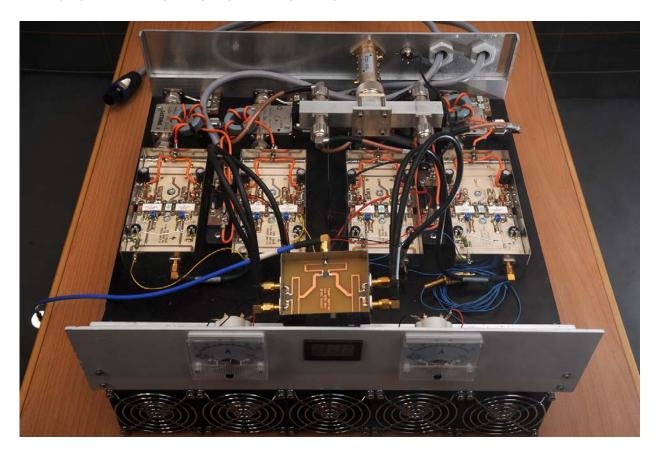




#### Résultat:

- Petit module à haute puissance
- 275 W à 26 V 305 W à 28 V 340 W à 30,6 V
- 17 dB de gain
- >50% Rendement
- Ajustement plus difficile que pour l'ampli avec 1 transistor
- Plusieur modules peuvent être combiné pour des PA plus gros

Comment en faire 1 kW?



4 modules

Entrée: Coupleur Wilkinson sur FR4

Sortie: Isolateurs + Coupleur non-isolé

Et le PSU? – le filtrage DC?



#### Conclusion

- Concept d'un ampli 150 W dont le matériel pour le module coutent 30 EUR
- PA à 2 transistors intégrée sur le circuit imprimé
- Possibilité d'un ampli 1 kW avec 8 transistor, pour un prix proche à 250 EUR (sans radiateur, PSU, ...)