

ANTENNE YAGI 11 ELEMENTS

Projet proposé par ON4BZ

Introduction

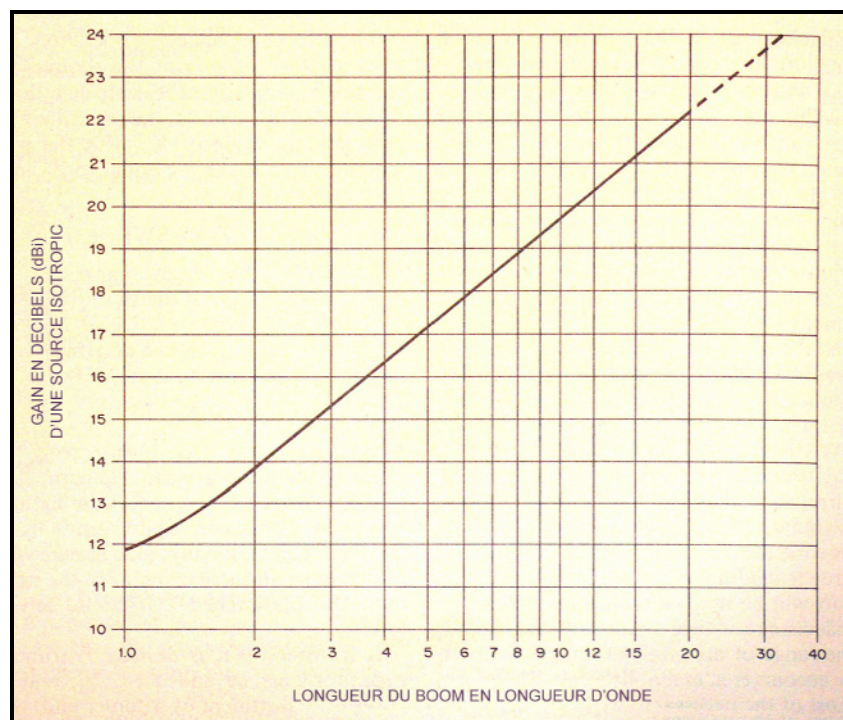
Dans la lignée des A/E type « *long yagi* » dont l'ami Paul (SK ON4YZ) s'était inspiré pour construire des 7 éléments décrites sur ce site et dans le fascicule :

« Propagation , Trafic, Possibilités en VHF » voici l'étude et la réalisation d'une antenne 11 éléments .

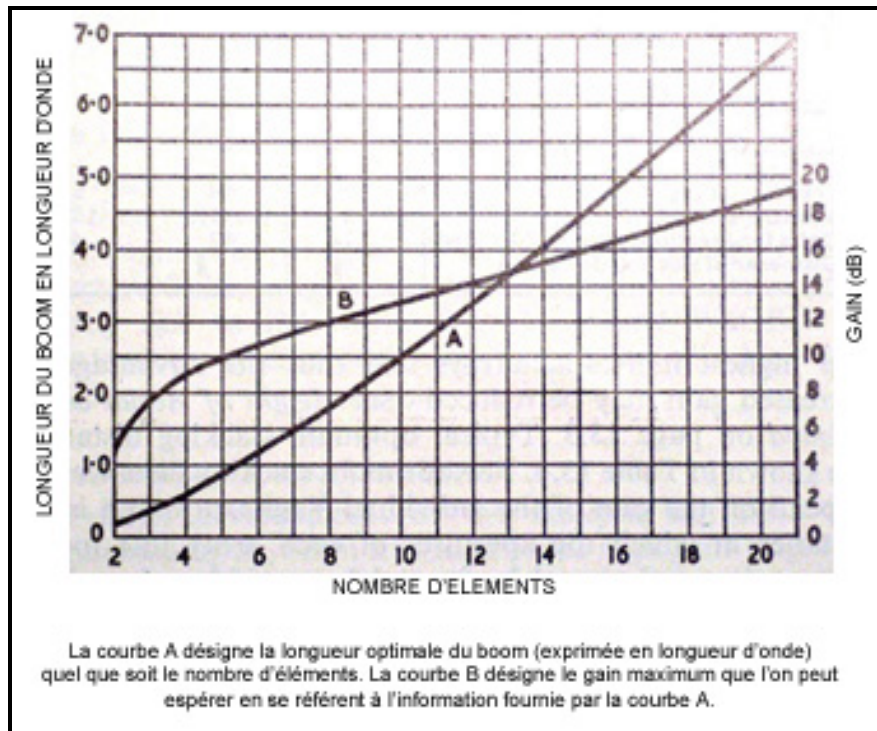
Rappel

Le gain d'une antenne YAGI augmente proportionnellement avec la longueur du boom selon la formule :

$$\text{dB} = 7,773 \log \left(\frac{\text{longueur du boom}}{\lambda} \right) + 9,28$$



Cependant , il existe une longueur optimale du boom en fonction du nombre d'éléments appelée *long yagi* .



Choix

Suite aux performances *moyennes* de l'antenne 7 éléments (point de vue gain et surtout du Z), une simulation des qualités d'antennes plus longues, donc comportant plus d'éléments directeurs, devenait intéressante.

Cette simulation a été possible grâce au programme MMANA. Celui-ci a démontré sa valeur lors de l'encodage de la 7 éléments pour en déterminer ses paramètres exacts par la fonction "OPTIMIZATION".

Ces valeurs appliquées à l'A/E, dans sa forme, fonctionne très bien! Mais...

Le tableau ci-dessous permet de comparer des A/E de 6 à 13 éléments.

Cependant la présentation de ce tableau nécessite l'encodage de toutes les dimensions de toutes les antennes à étudier sans toutefois devoir les réaliser mécaniquement.

Essais comparatifs

Nb élé.	R Ω	Jx Ω	Gd	F/B
13	190	-47	12,7	16,5
12	160	-4	12,3	16,3
11	198	+48	12	18
10	278	-25	11,5	18,2
9	165	-62	11	13
8	137	+50	10,5	17
7	300	+116	10	16
6	210	-109	9	11

En conclusion, le choix de la 11 éléments devient évident pour répondre aux paramètres du Z (198 Ω avec diviseur par quatre type 7 él. = 50 Ω) et Gd .

De plus avec un boom ne dépassant pas 6 mètres cela reste intéressant pour le prix de revient (longueur standard).

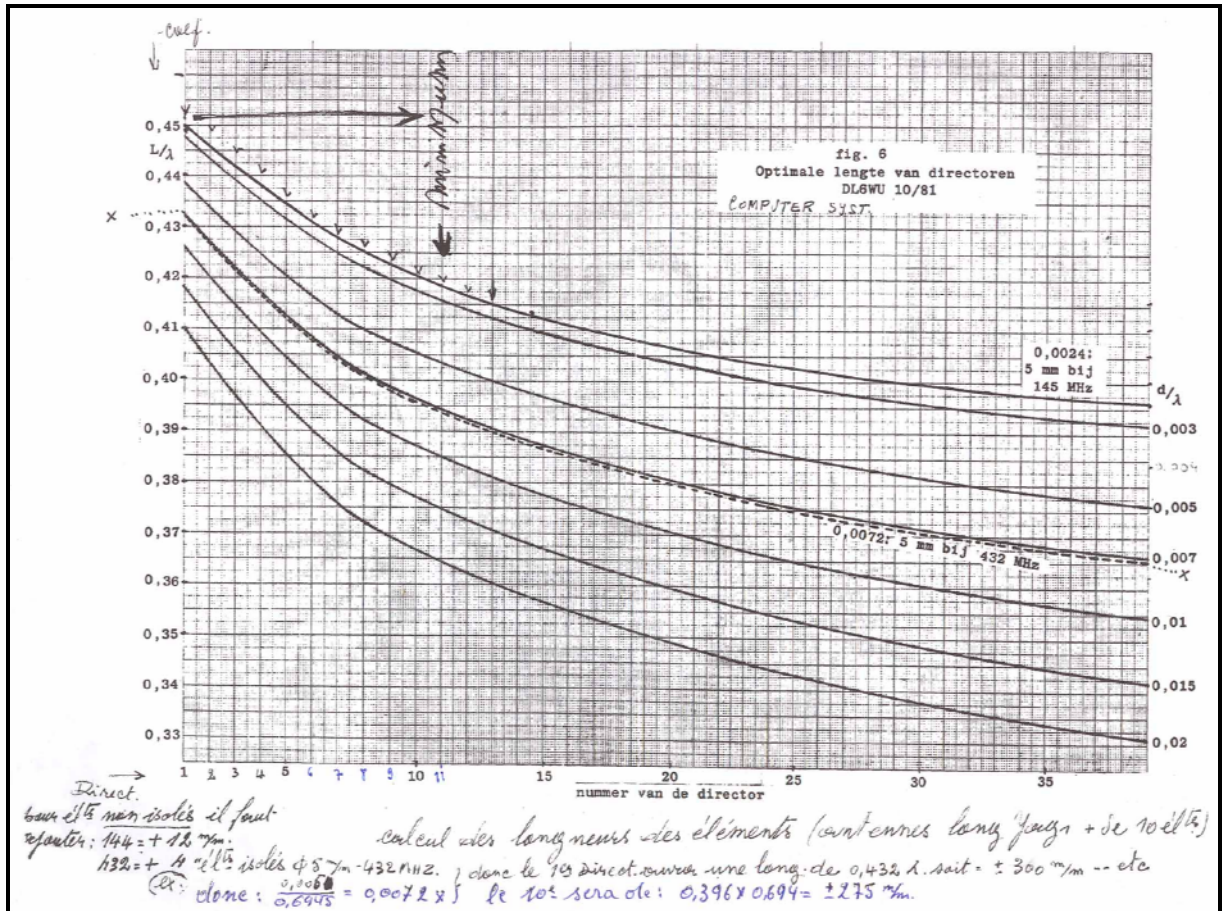
La 11 éléments en dimensions

Après exploitation des abaques selon DL6WU les valeurs suivantes ont été encodées pour le calcul.

Eléments	½ longueur en m (dia. 5 mm)	Distance du Réf. En m.
Réflecteur	0,517	0
Dipôle	0,4928 dia. 8 mm	0,416
Dir 1	0,476	0,571
Dir 2	0,472	0,945
Dir 3	0,470	1,392
Dir 4	0,467	1,912
Dir 5	0,465	2,494
Dir 6	0,462	3,118
Dir 7	0,460	3,772
Dir 8	0,448	4,456
Dir 9	0,445	5,173

Fréquence de calcul :	144,300 MHz
Bande passante :	2 MHz
Dipôle :	Application rigoureuse du modèle ON4YZ <u>avec</u> circuit imprimé (cintrage réalisé par ON5HN)

<u>Corrections :</u>	
- éléments non isolés :	+ 11 mm (voir abaque Page 4)
- réflecteur non isolé :	1,034 m
- dipôle :	0,985 m espace 0,072 m



Distances:

R.fl.	-	0,200 λ	
entre éléments	Dip.	-	0,075 λ
	D 1	-	0,180 λ
	2	-	0,215 λ
	3	-	0,250 λ
	4	-	0,280 λ
	5	-	0,300 λ
	6	-	0,315 λ
	7	-	0,330 λ
	8	-	0,345 λ
	9	-	0,360 λ
	10	-	0,375 λ
	11	-	0,390 λ
	12	-	0,400 λ
	13	-	idem

↓
idem - distance entre l'aveut dernier et dernier élément = 0,395 λ

Reflecteurs: 144 MHz

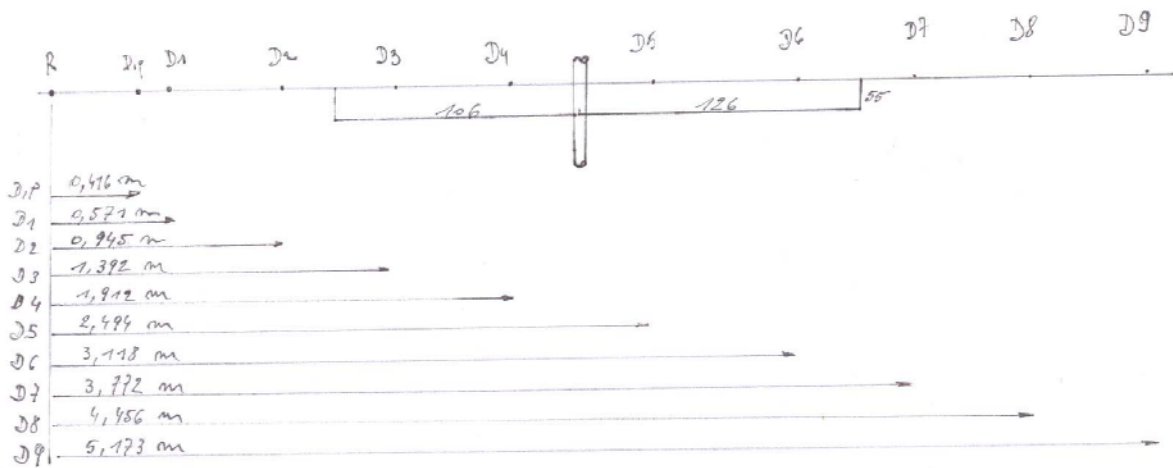
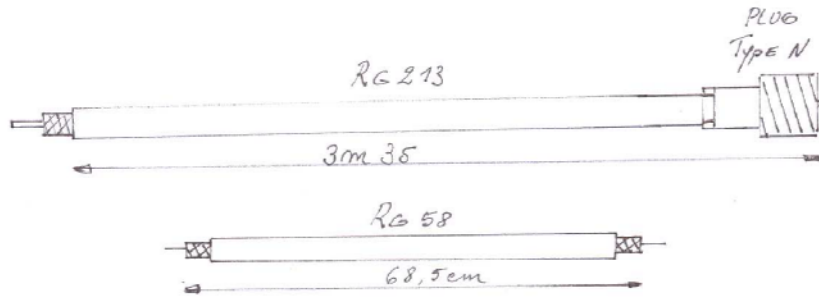
isolés	=	1,030 m/m
non isolés	=	1,034 "

432 MHz

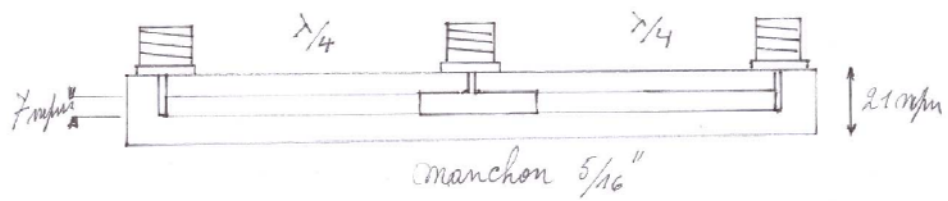
isolés	=	834 m/m
non isolés	=	836 "

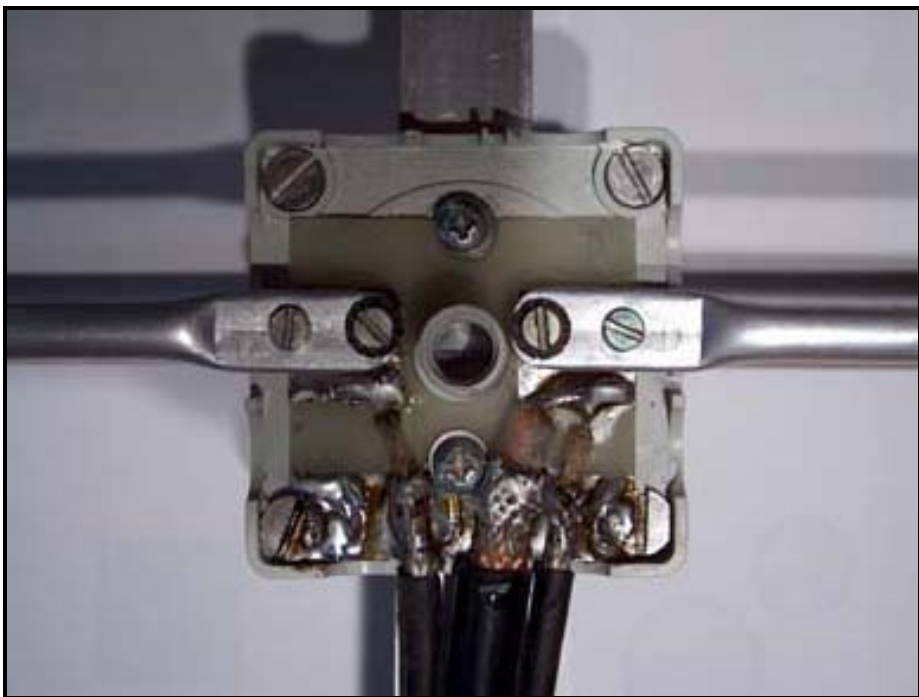
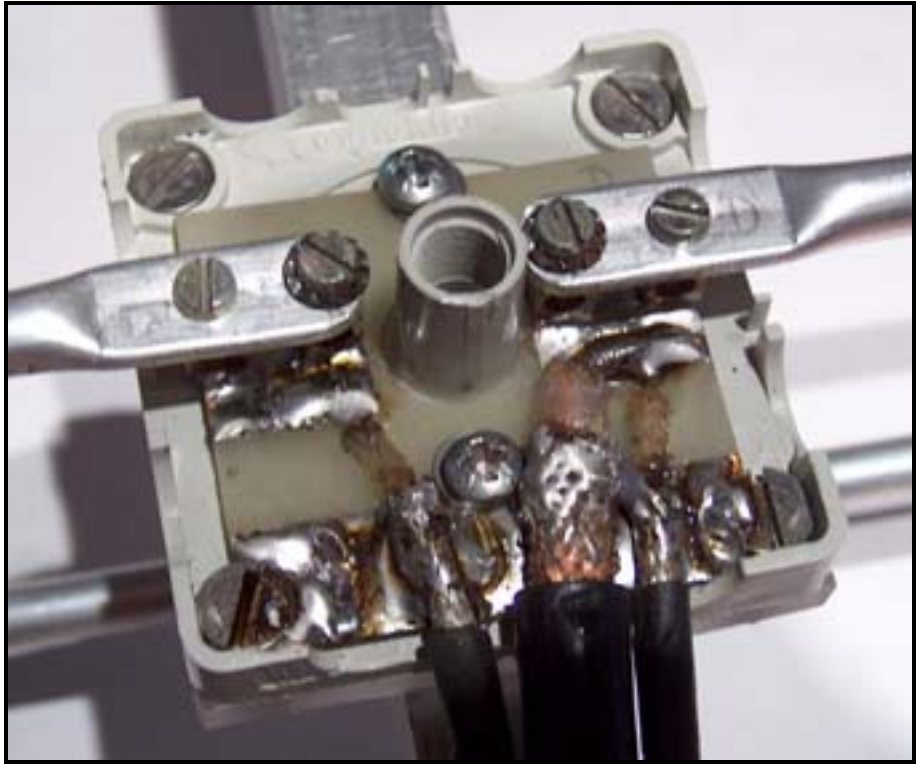
Dipôle Folded

Plans



SPLITTER





Essais de la Yagi 11 éléments

Date: 29 avril 2004

Lieu: Waudrez , au lieu dit « Champ du Rossignol »

Participants: Michel (ON4BZ) et Omer (ON7YO) sur le terrain
André (ON5MO) à son domicile

Déroulement des essais :

- Assemblage de la Yagi 11 éléments
- Mise en place sur un mât télescopique d'environ 4 m.
- Mesures

Fréquences Mhz	Puissance émise	Puissance réfléchie
144,000	22 W	50 mW
144,300	22 W	50 mW
146,000	21 W	100 mW

Rappel du calcul du R.O.S.

$$\rho = \sqrt{\frac{P_{ref}}{P_{dir}}}$$

$$ROS = \frac{1 + \sqrt{\frac{Pr}{Pd}}}{1 - \sqrt{\frac{Pr}{Pd}}}$$

NB: Ces mesures confirment totalement celles qui avaient été effectuées en lieu clos.

- Mise en place du dipôle de référence et recherche du point ZERO (direction exacte de l'antenne d'André).
- Emission d'un signal .
- André note la valeur de 52 dB sur son spectrum analyzer.
- Mise en place de la yagi 11 éléments.
- Emission d'un signal de même puissance que celui émis par le dipôle et première mesure. L'antenne est dirigée exactement sur celle d André .
- Force du signal reçu sur le spectrum analyzer: 64,5 dB (soit un gain de 12,5 dB).
- Angle d'ouverture à -3dB: 18° vers la gauche
19° vers la droite
l'angle d'ouverture peut être évalué à + ou - 37°
- Mesure du signal émis par l'arrière de l'antenne: 38 dB.
- Mesure du signal émis par le flanc de l'antenne: 32 dB.

NB: Ces mesures confirment celles calculées par le programme MMANA.

- Mesure du diagramme de rayonnement de l'antenne.
- Pour effectuer ces mesures, on émet un signal constant par la suite on décale l'antenne de 10 en 10°, d'abord dans le sens anti-horlogique puis dans le sens horlogique.
Ces mesures se font à la fréquence de résonance de l'antenne soit 144,300 MHz.

Résultats obtenus:

Azimat	Anti-horlogique	Horlogique
0°	64,5 dB	64,5 dB
10°	64	63
20°	61	58
30°	55	52
40°	50	51
50°	49	45
60°	30	37
70°	38	32
80°	25	32
90°	-	34

Une certaine dissymétrie apparaît dans les mesures.

Hypothèse d'explication: la présence d'arbres a environ 10m de l'antenne pouvant induire des réflexions ou absorptions de signal lorsque l'antenne se déplace dans le sens horlogique.

- Un dernier essai est effectué en utilisant un mesureur de champ.

Ce mesureur de champ semble fiable et on pourrait envisager une nouvelle séance d'essais en utilisant cet appareil.

Mise en phase de deux antennes 11 éléments en vertical

Selon MMANA:

1 A/E a un gain horizontal de 12,04 dBd avec un angle d'ouverture à -3dB de 37°

2 A/E ont un gain horizontal de 14,10 dBd à une distance de 1λ

Et selon la formule :

$$\text{Distance : } \frac{\ddot{e}}{2 \sin 1/2 \acute{a}} = 4,8 \text{ m}$$

le gain devient alors 15 dBd !

$$\text{Rappel : } 12 \text{ dBm} = \text{un gain de } 16 \text{ x en P} \quad (15,8) \quad \mathbf{Gp = 10 \log P2/P1}$$

3,98 en U

$$15 \text{ dBm} = \text{un gain de } 32 \text{ x en P} \quad (31,6) \quad \mathbf{Gu = 20 \log U2/U1}$$

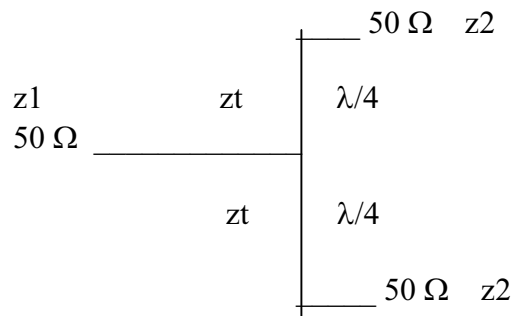
5,6 en U

Diviseur de puissance pour antennes 2 x 11 éléments long yagi - Splitter

- Fo: 144,300 Mhz $\lambda = 2,077616 \text{ m (MMANA)}$ $\lambda/4 = 0,518 \text{ m}$.
- Nous possédons: aluminium section carrée de 21 mm intérieur.
- Il nous faut: 3 BNC de châssis et du tube en laiton dont section selon calcul.

Principe du splitter:

$\lambda/4$ transformateur d'impédance



$Z_T = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$	avec $Z_2 = 50 + 50 = 100 \Omega$
$Z_T = \sqrt{50 \cdot 100}$	$Z_T = 70,7 \Omega$

- La formule pour un splitter coaxial section carrée est:
 $Z_T = 138 \log 1,178 D/d$

- Calcul de la section « d »

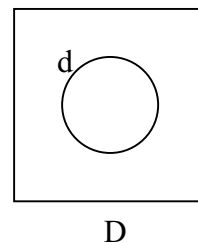
$$70,7 = 138 \log 1,178 \times 21\text{mm}/d$$

$$70,7/138 = \log 24,7/d$$

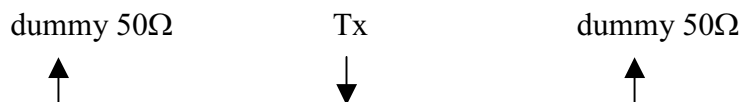
$$0,5123 = \log 24,7/d$$

$$\text{antilog } 0,5123 = 3,25 = 24,7/d$$

$d = 24,7/3,25 = 7,6 \text{ mm}$ mesure la plus proche dans le commerce = 7 mm et manchon central 5/16 pouce



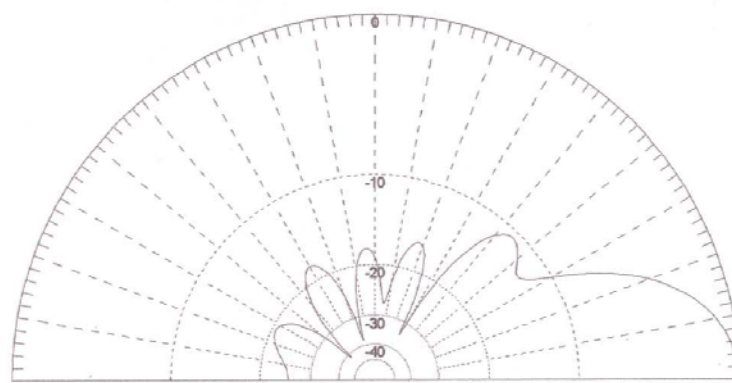
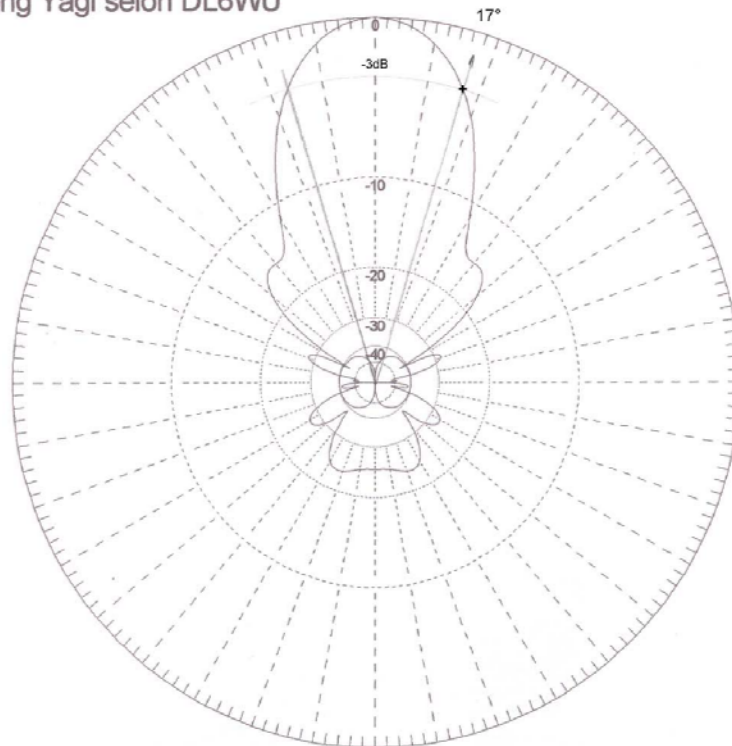
- Mesure au banc:



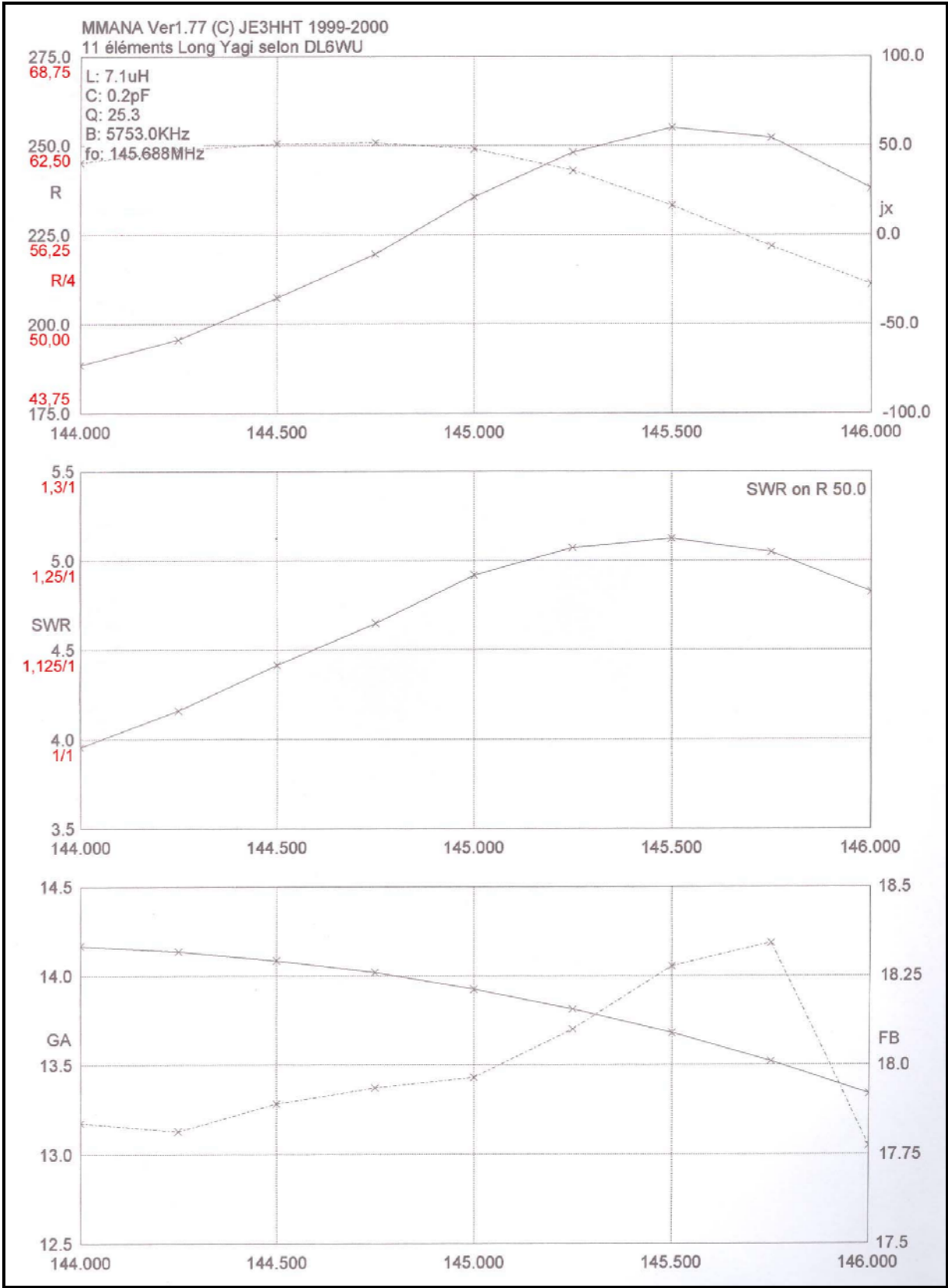
Résultat: 0 watt de retour

MMANA Ver1.77 (C) JE3HHT 1999-2000

11 éléments Long Yagi selon DL6WU

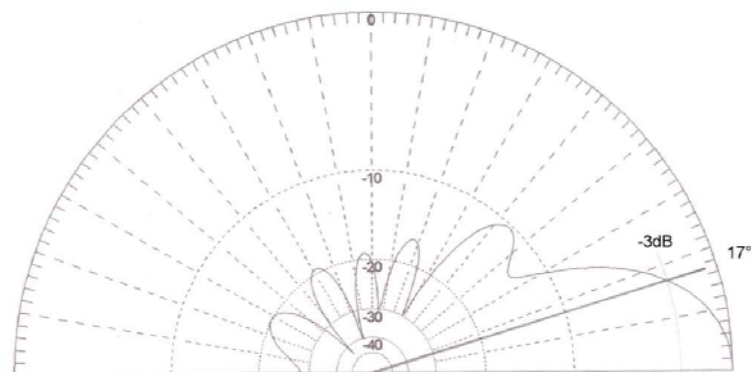
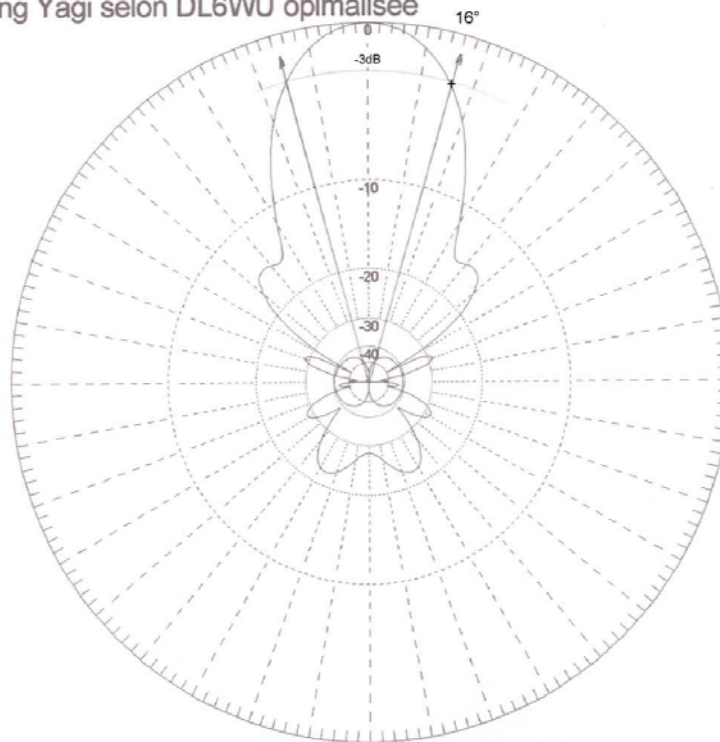


Ga :14.13(dBi) = 0dB (Hori Pol)
Gh :11.98(dBd)
F/B :17.81(dB) Rear:Az.120 dg El.60dg
Freq:144.300(MHz)
Z :197.420+j48.814
SWR :4.21 (50.0) 3.06(600Om)
Elev:0.0dg(Fr space)

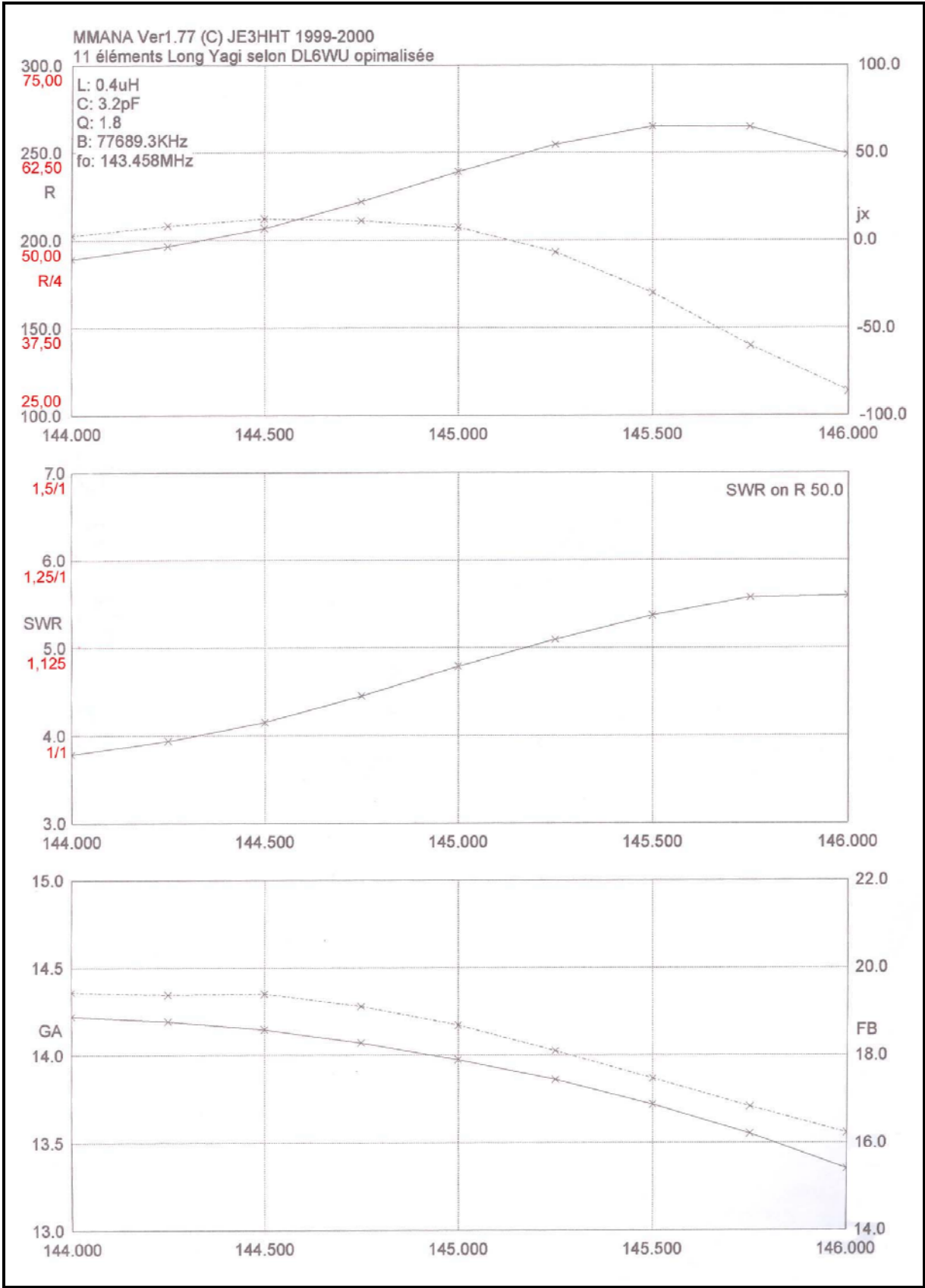


MMANA Ver1.77 (C) JE3HHT 1999-2000

11 éléments Long Yagi selon DL6WU opimalisée

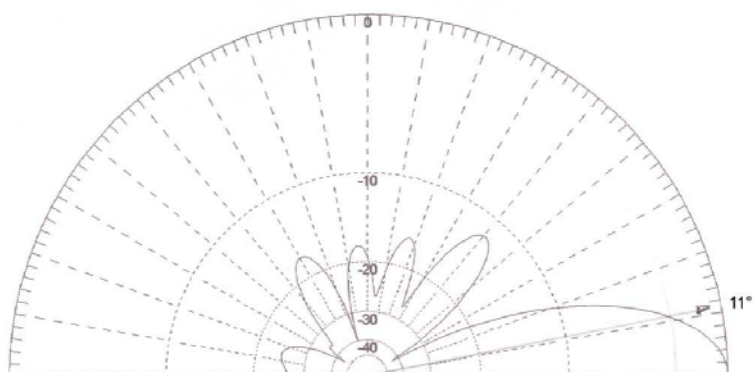
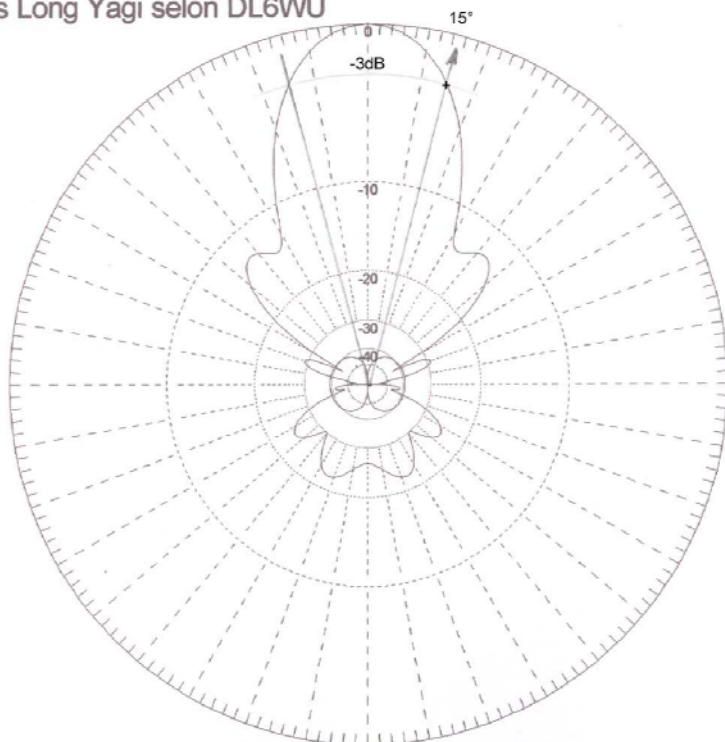


Ga :14.19(dBi) = 0dB (Hori Pol)
Gh :12.04(dBd)
F/B :19.39(dB) Rear:Az.120 dg El.60dg
Freq:144.300(MHz)
Z :198.404+j9.439
SWR :3.98 (50.0) 3.02(600Om)
Elev:0.1dg(Fr space)
(for elev angle 0.0dg Peak:14.19dBi)



MMANA Ver1.77 (C) JE3HHT 1999-2000

2 X 11 éléments Long Yagi selon DL6WU



Ga :16.25(dBi) = 0dB (Hori Pol)
Gh :14.10(dBd)
F/B :16.99(dB) Rear:Az.120 dg El.60dg
Freq:144.300(MHz)
Z :210.410+j47.769
SWR :4.44 (50.0) 2.87(600Om)
Elev:0.0dg(Fr space)