

ANTENNES log-périodiques par Sergio F5JTM

Préambule: Ayant lu sur Facebook, que certains Om, avaient acheté probablement par curiosité, ces antennes télévision à bas prix sur les sites internet habituels dont la **Metronic 425010**, vendue pour 170-870Mhz et 12 dB en VHF et 18 dB en UHF, 32 éléments, j'ai pensé à les modéliser avec toutes les précautions nécessaires à la modélisation...

Précisons tout de suite, qu'au vu de la modélisation, il est pratiquement évident que le gain, ait été exprimé au dessus d'un terrain parfait, bien sûr, et 32 éléments, oui, mais physiquement, pas électro magnétiquement. En fait, ce sera 16 éléments. Après tout, on installe l'antenne sur un toit, hein ! rires !!!

D'autre part, on n'en tirera pas de conclusions hasardeuses, mais plutôt un aperçu de la façon de les modéliser, d'autant que les brins ne sont pas au milieu des booms. On n'étudiera pas la bande VHF 144-146 Mhz, il manque plus de 18 cm au brin arrière !!!

Rappelons nous les bandes de fréquences TV:

VHF bande III: 174 à 230 Mhz. (223 Mhz pour la France) dont faisait partie Canal+ à l'époque analogique.

UHF bande IV : 470 à 606 MHz.

UHF bande V : 606 à 862 MHz.

Ces OM ont pu constater, en changeant le coaxial 75 ohm en 50 ohm, un ROS relativement satisfaisant sur la bande UHF 430-450 MHz. Nous verrons cela en fin d'article.

Voici à quoi ressemble l'antenne :



Relevons les dimensions :

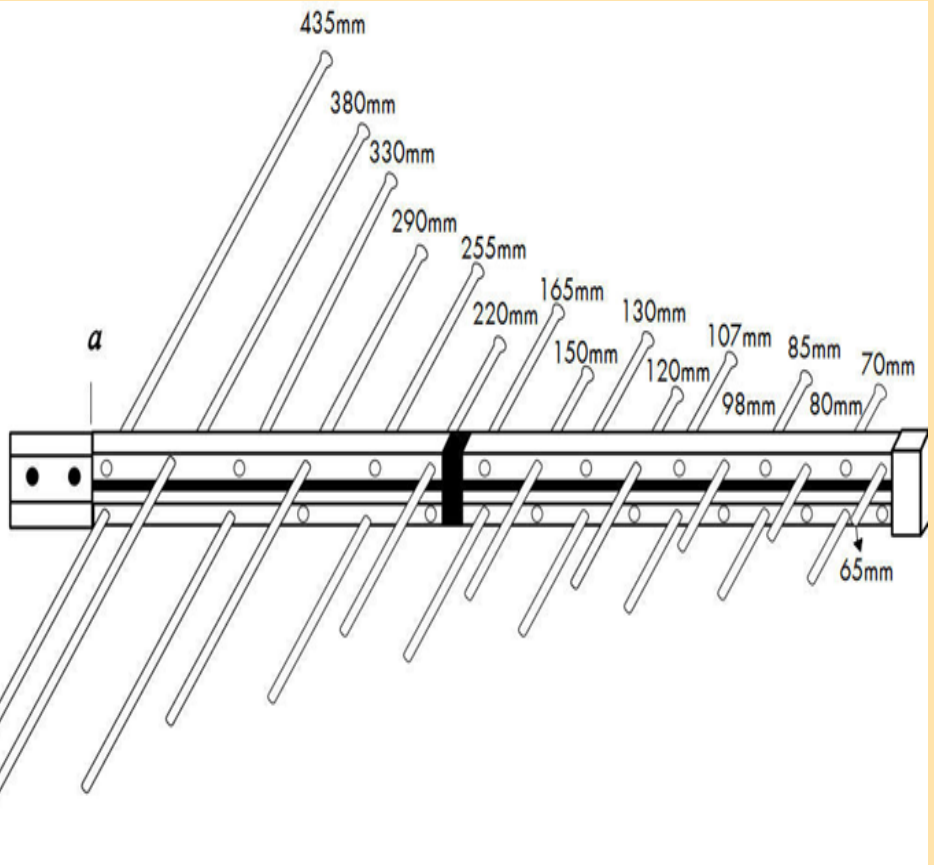


LPDA metronic 425010

cotation à partir du point "a" en mètres
brins alu diam. 4mm
la cotation correspond à la longueur totale de chaque brin, y compris la largeur du boom 14mm

	espacement	longueur
brin_1	0.055	0.842
brin_2	0.157	0.732
brin_3	0.242	0.614
brin_4	0.318	0.556
brin_5	0.392	0.482
brin_6	0.457	0.414
brin_7	0.528	0.3
brin_8	0.606	0.274
brin_9	0.675	0.232
brin_10	0.737	0.21
brin_11	0.796	0.184
brin_12	0.844	0.168
brin_13	0.888	0.14
brin_14	0.927	0.122
brin_15	0.961	0.114
brin_16	0.99	0.104

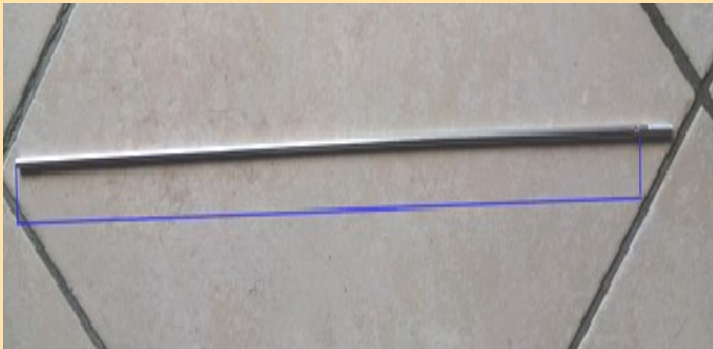
l'impédance entre les 2 booms de 14 mm est à peu près équivalente à 125 ohm



ne surtout pas modifier la fixation arrière. Elle est étudiée de façon à aplanir la bande passante de la bande basse (170 MHz et plus) modélisation F5JTM le 02 dec. 2021

NB : attention, les dimensions notées par le fabricant sur le schéma correspondent à la longueur totale d'un demi-brin, y compris le filetage qui rentre dans le boom.

La mesure est à prendre en compte depuis la longueur du brin, jusque derrière le pincement, qui va s'appuyer sur la face du boom. J'ai pu constater dans le package d'un ami, une différence de longueur sur le brin N° 4. Voir photo jointe.



L'antenne (ici, un modèle économique) pour être utilisée sur les bandes consacrées à la télévision, sera évidemment conçue pour un gain relatif selon les coefficients τ (tau) et σ (sigma). Cette antenne aura une impédance intrinsèque, et on l'adaptera à l'aide de la distance entre les deux booms.

Evaluons l'impédance entre les 2 booms, à l'aide du calculateur on-line de hamwaves.com. Le résultat donne 125 ohm, mais sous réserve, car on peut voir sur l'antenne réelle, que les brins ne sont pas exactement au milieu des booms, mais proches des surfaces qui se font face ...ça rime, lol !

<https://www.hamwaves.com/zc.square/en/index.html>

Entrez le coté du boom, et jouez sur l'impédance, de façon à avoir l'espacement réel, sur l'antenne en référence.

On peut du coup, calculer l'impédance moyenne intrinsèque de l'antenne, avec 125 ohm comme étant l'impédance d'adaptation entre l'antenne et le coaxial 75 ohms:

$$\text{racine}(Z \text{ moyenne}) \times \text{racine}(75) = 125 \text{ ohms}$$

$$\text{racine}(Z \text{ moyenne}) = 125/8.66 = 14.43$$

$$Z \text{ moyenne} = 14.43 \times 14.43 = 208 \text{ ohms environ.}$$

Relevons un **ENORME problème** :

les brins sont de diamètres équivalents, alors qu'ils auraient dus être dégressifs de l'arrière vers l'avant,

et pour 170 MHz, on aurait pu tabler sur un diamètre de départ d'admettons 14 à 12 mm, afin que le dernier soit de 2 ou 3 mm, ce qui explique la courbe chaotique de la bande passante !!

Regardons à l'aide d'un modéliseur, tel que 4NEC2 v 5.9.3 (algorithmes NEC2),

le chiffre 4 devant, est sans doute à la mode américaine four (4)

<https://www.qsl.net/4nec2/>

à ne pas confondre avec le moteur NEC4.2 et entrons les paramètres en mètres.

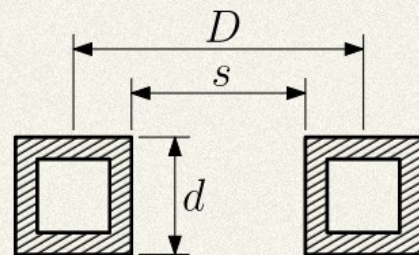


Figure 1: Parallel square conductor transmission line; dimensions.

Table 1: Input

desired characteristic impedance of the transmission-line Z_c Ω

side length of the square conductors d *



Table 2: Results

centre to centre distance D *

space between the square conductors s *

Ipda metronic 170 - 860 mhz 16 elts.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options



Segment-number on wire to place the source Upd Ins. Del.  

Symbols		Geometry		Source/Load			Freq./Ground		Others		Comment
Source(s) <input checked="" type="checkbox"/> Show source <input checked="" type="checkbox"/> Show loads <input checked="" type="checkbox"/> Show Tr-line											
Nr	Type	Tag	Seg	(opt)	Real	Imag	Magn	Phase	(norm)		comment
1	Voltage-src	16	50%	0	1	0	1	0	0		
Load(s)											
Nr	Type	Tag-nr	First-seg	Last-seg	Cond (S)						comment
1	Wire-conduc	0	0	0	Alu-T6						

On remarquera que j'ai mis l'emplacement de la source à 50% d'une extrémité du brin, soit au milieu et non sur un segment particulier,

Ipda metronic 170 - 860 mhz 16 elts.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options

Default straight line wire-element Upd Ins. Del.  

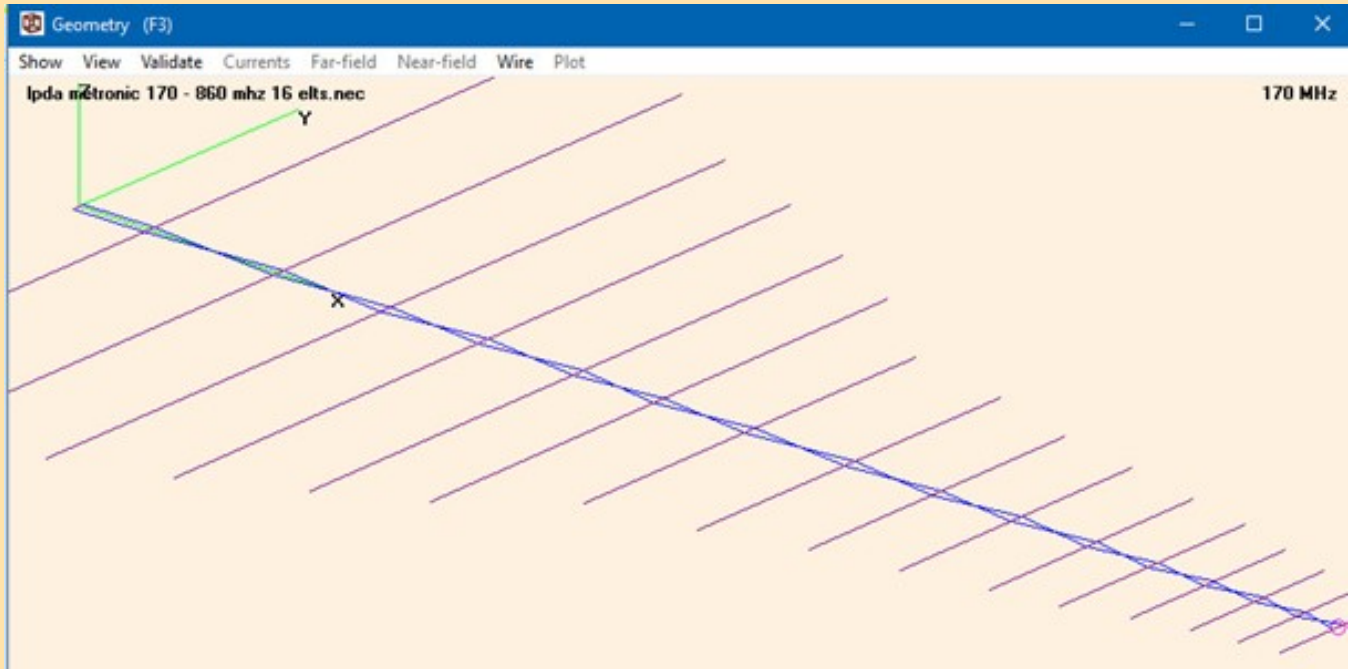
Symbols		Geometry		Source/Load			Freq./Ground		Others		Comment
Geometry (Scaling=Meters) <input type="checkbox"/> Use wire tapering											
Nr	Type	Tag	Segs	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Radius	
1	Wire	1	89	0.055	-0.421	0	0.055	0.421	0	2.e-3	
2	Wire	2	77	0.157	-0.365	0	0.157	0.365	0	2.e-3	
3	Wire	3	65	0.242	-0.307	0	0.242	0.307	0	2.e-3	
4	Wire	4	59	0.318	-0.279	0	0.318	0.279	0	2.e-3	
5	Wire	5	51	0.392	-0.241	0	0.392	0.241	0	2.e-3	
6	Wire	6	43	0.457	-0.207	0	0.457	0.207	0	2.e-3	
7	Wire	7	31	0.528	-0.15	0	0.528	0.15	0	2.e-3	
8	Wire	8	29	0.606	-0.137	0	0.606	0.137	0	2.e-3	
9	Wire	9	25	0.675	-0.116	0	0.675	0.116	0	2.e-3	
10	Wire	10	21	0.737	-0.105	0	0.737	0.105	0	2.e-3	
11	Wire	11	19	0.796	-0.092	0	0.796	0.092	0	2.e-3	
12	Wire	12	17	0.844	-0.084	0	0.844	0.084	0	2.e-3	
13	Wire	13	15	0.888	-0.07	0	0.888	0.07	0	2.e-3	
14	Wire	14	13	0.927	-0.061	0	0.927	0.061	0	2.e-3	
15	Wire	15	13	0.961	-0.057	0	0.961	0.057	0	2.e-3	
16	Wire	16	11	0.99	-0.052	0	0.99	0.052	0	2.e-3	
17	Wire	17	1	0	-5.e-3	0	0	5.e-3	0	2.e-3	

Trans-lines											
Nr	Type	Tag-1	Seg-1	Tag-2	Seg-2	Z0	Len	End-1(G)	(B)	End-2(G)	▲
1	Trans-line	1	45	2	39	-125	0	Open		Open	
2	Trans-line	2	39	3	33	-125	0	Open		Open	
3	Trans-line	3	33	4	30	-125	0	Open		Open	
4	Trans-line	4	30	5	26	-125	0	Open		Open	
5	Trans-line	5	26	6	22	-125	0	Open		Open	
6	Trans-line	6	22	7	16	-125	0	Open		Open	
7	Trans-line	7	16	8	15	-125	0	Open		Open	
8	Trans-line	8	15	9	13	-125	0	Open		Open	
9	Trans-line	9	13	10	11	-125	0	Open		Open	
10	Trans-line	10	11	11	10	-125	0	Open		Open	
11	Trans-line	11	10	12	9	-125	0	Open		Open	
12	Trans-line	12	9	13	8	-125	0	Open		Open	
13	Trans-line	13	8	14	7	-125	0	Open		Open	
14	Trans-line	14	7	15	6	-125	0	Open		Open	
15	Trans-line	15	6	16	5	-125	0	Open		Open	
16	Trans-line	17	1	1	45	125	0	Open		Open	

Attention : ne pas entrer 2 fois la ligne 14 et 15. Ici, présenté comme ça, dû à la difficulté du copier/coller.

On remarquera le signe (-) pour exprimer le croisement des lignes de transmissions (TL) pour signifier que les phases sont inversées de 180°. Seule, la dernière ligne de phase sera positive (lignes droites sur le schéma) située en arrière du brin arrière. Cela atténue les pics de ROS près de la fréquence la plus basse (170 MHz).

Voici la physionomie de l'antenne, une fois paramétrée à l'aide de 4NEC2



Voyons un peu le fonctionnement de l'antenne log-périodique : <http://w8io.com/LPDA-Theory.htm>

Il existe bien sûr d'autres sites. <https://www.hamwaves.com/lpda/en/index.html>

Analysons d'après les dimensions, la façon dont a été calculée l'antenne.

D'après le créateur de LPCAD, W8IO, Roger Cox, il faut que le brin concernant la plus haute fréquence, soit au moins 5% plus grand que celui de la fréquence basse d'utilisation. Il pourra servir de réflecteur à la fréquence la plus basse. Ici, 0,842 m.

La longueur d'onde à 170 Mhz est de $299.8/F(\text{Mhz}) = 299.8/170 = 1,76$ m. Le demi dipôle théorique ferait donc $1,76/2 = 0,88$ cm.

D'après l'abaque suivant, le dipôle physique sera raccourci selon son diamètre.

Donc $0.88/4 = 0.22$. Ca nous donne un coefficient de réduction de 0,22 (0,88/4). Le dipôle physique sera de $0,88 \times 0,95 = 0,836$ m.

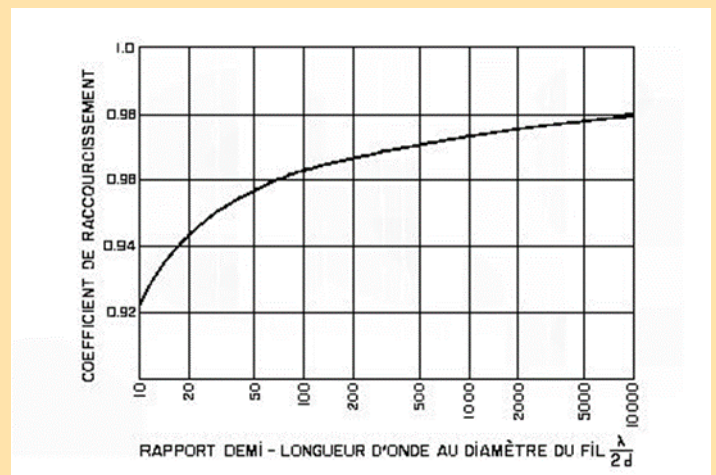
Si l'on fait le rapport $0,836/0,842$, on trouve environ 0,99, soit 1%. Je trouve ça un peu trop court par rapport aux recommandations de W8IO et d'autres experts tels que W4RNL (RIP) car ce brin aurait pu servir de réflecteur à la fréquence de 170 MHz.

Examinons le brin 16, représentant le directeur terminal à la fréquence la plus haute : ici, 860 MHz.

Il est recommandé, et c'est indiqué dans l'aide du logiciel LPCAD, qu'il faut le calculer pour une fréquence d'utilisation supérieure, ici 860 Mhz x 30%.

Certains Om avisés, et moi-même après multiples modélisations de log-périodiques, pour avoir une courbe relativement plate sur la bande la plus haute, affirmons qu'il faudrait augmenter cette fréquence par 45 voir 50%..

Examinons ce brin 16. Il est donné pour 0,104m. La longueur d'onde de ce brin serait de $299.8/860=0,348$ m. Le demi dipôle théorique serait de $0,348/2 = 0,174$ m. L'augmentation, grosso modo est de $0,104/0,174=0,59$. On peut dire que les 50% sont dépassés. Enfin un bon point !!



Passons aux calculs à l'aide du logiciel:

Afin de pouvoir consulter toute la largeur de bande d'un seul coup, il faut dans « settings », paramétrer le pas à 512, ce qui permettra d'analyser tous les 2 Mhz et non 3, si le chiffre reste à 256 pas (steps).

Settings , puis memory usage, max fr-sweep steps : 512

Pour éviter de passer la journée à l'analyse du tracé, puisque 4NEC2 dans ce cas là où il y a une très grande bande passante (170 à 860 MHz), est très lent, il faut remplacer les fichiers « nec2dxsnn.exe » inclus dans le dossier 4NEC2, datant de 2009 par ceux de 2012.

http://www.ea1ddo.es/NEC/Simulacion_Antenas_NEC.php

Dans le fichier exécutable, il y a une ancienne version 4NEC2, aussi vaut il mieux, ne conserver que les fichiers sus nommés, d'autant qu'il y a apparemment, une version rapide pour les calculs pour les versions NEC 4.2 (NEC42W32CL.exe 32 bits et nec42w64cl.exe 64 bits).

Mettez bien ces fichiers en copie dans un dossier antenne, car les sites vont et viennent, disparaissent, etc ...

Nous devons spécifier les segments, en sachant que les segments doivent être de nombres impairs pour placer les sources, et comme la bande passante est extrêmement large, il faut donc que tous les brins ici, doivent avoir un nombre impair de segments.

Il faut que le plus petit brin (plus haute fréquence), ait un minimum de 11 segments. On augmentera le nombre, selon la longueur des éléments, à l'aide du paramètre τ (Tau).

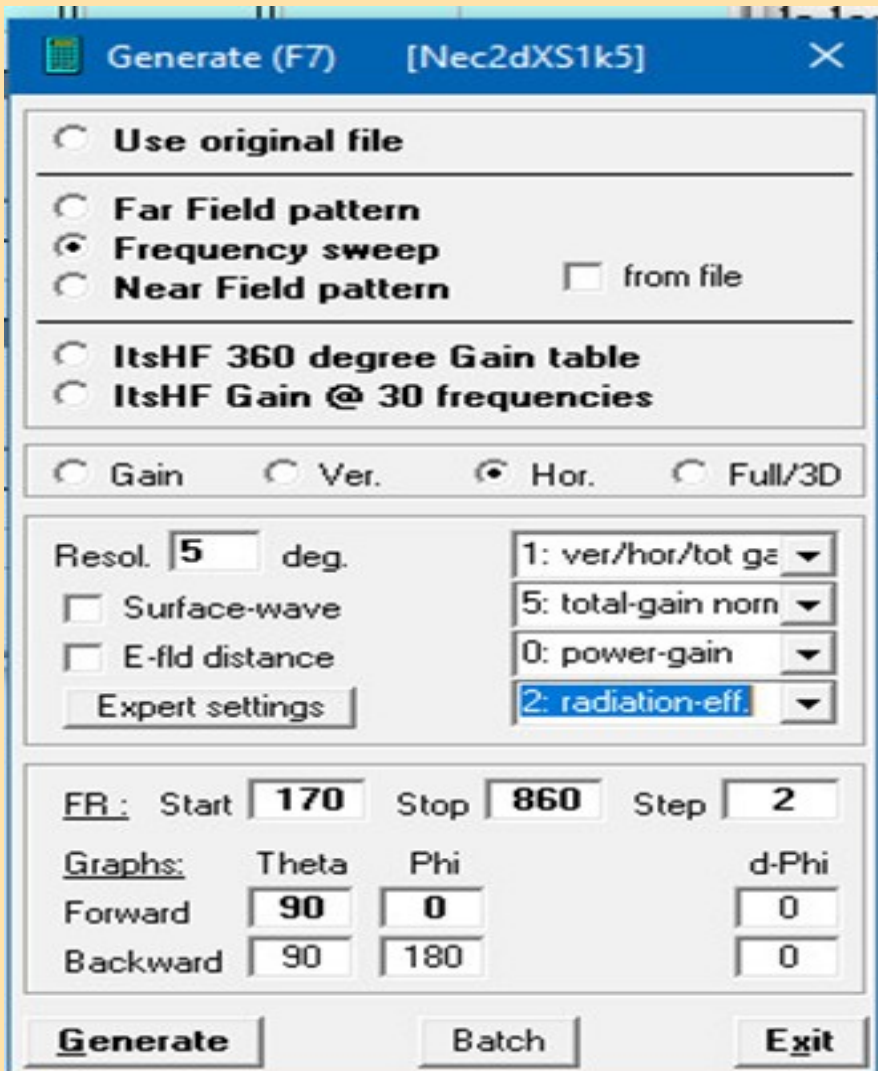
Prenons à cet effet, la longueur du plus petit brin et le suivant : 0.104 et 0.114 mm.

$\tau = 0.104/0.114 = 0.912$. inversement, $1/\tau = 1.09$.

Partons donc de 11. Le brin suivant aura donc $11 \times 1.09 = 12,56$ segments, on arrondira au chiffre impair le plus proche : 13, ainsi de suite...

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8531858>

Nous sommes prêts à lancer le calcul :



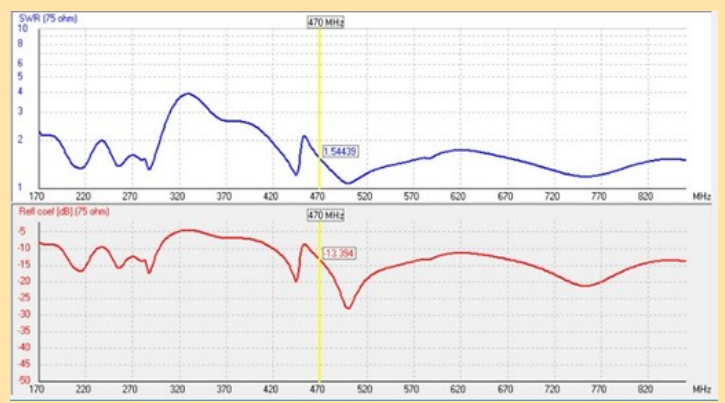
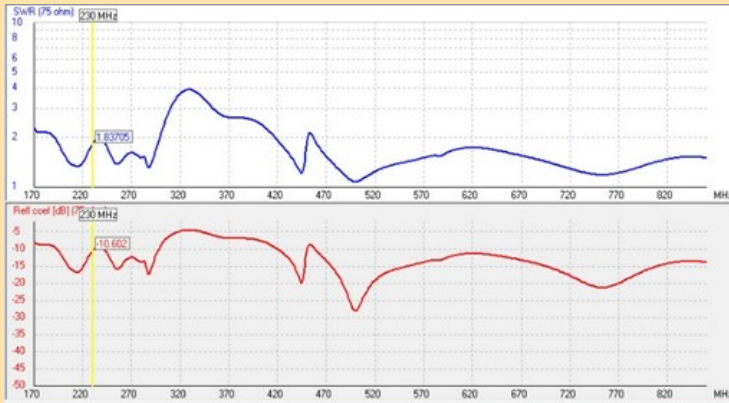
Pour avoir une lecture de la bande passante, dans notre cas de large bande passante, il faut cliquer sur la case « expert settings » et cocher à droite :

1 : ver/hor/tot gain
5 : total gain
0 : power gain
2 : radiation efficiency.

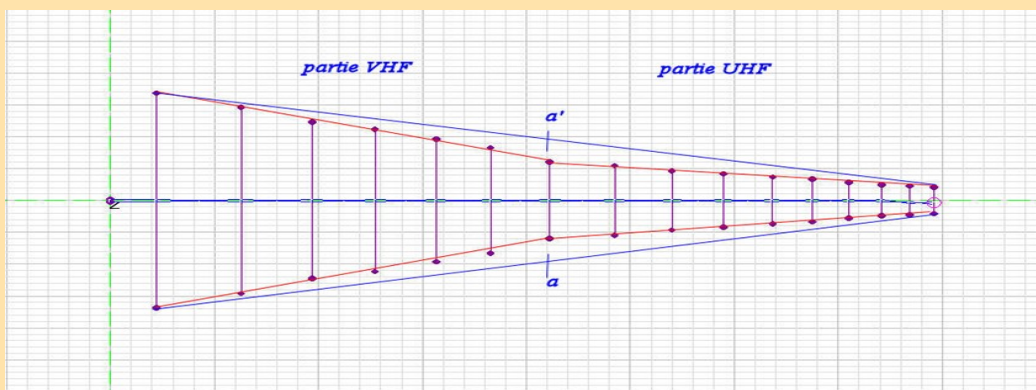
Et la case « Hor » si l'antenne est employée en mode horizontal (télévision).

Si vous souhaitez voir le rapport avant/arrière, cocher « gain ».

Dans le « settings », décochez impérativement la case « automatic segmentation ».



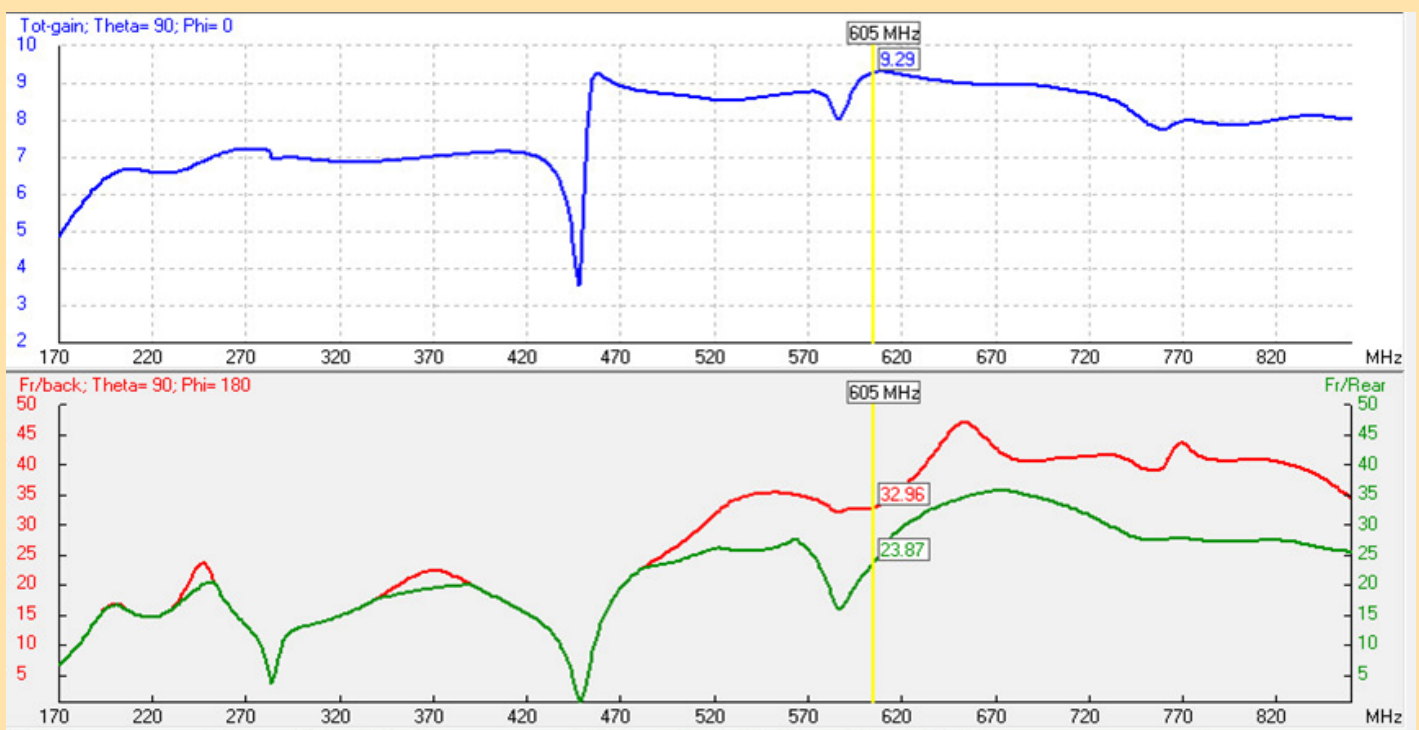
Nous pouvons observer le ROS en fonction des bandes passantes, (agrandir le PDF) ainsi qu'un comportement anormal entre 230 et 470 Mhz, ce qui est hors bandes télévision.. Nous verrons pourquoi en observant le mètre sur le schéma de l'antenne :



Qu'observons nous? Un décrochage des lignes aux points a et a', menant de l'arrière de l'antenne vers l'apex (angle de recouvrement des 2 lignes bleues). En effet, l'accent a délibérément été mis sur le gain avant, en ne favorisant que les bandes VHF et UHF télévision.

La bande intermédiaire, 230-470Mhz a été ignorée dans les calculs. J'ai pu observer cette particularité sur des sites d'OM US, montrant des schémas d'antennes HF, pour éviter des longueurs trop importantes, surtout en bas de gamme vers le 40 et 80m.

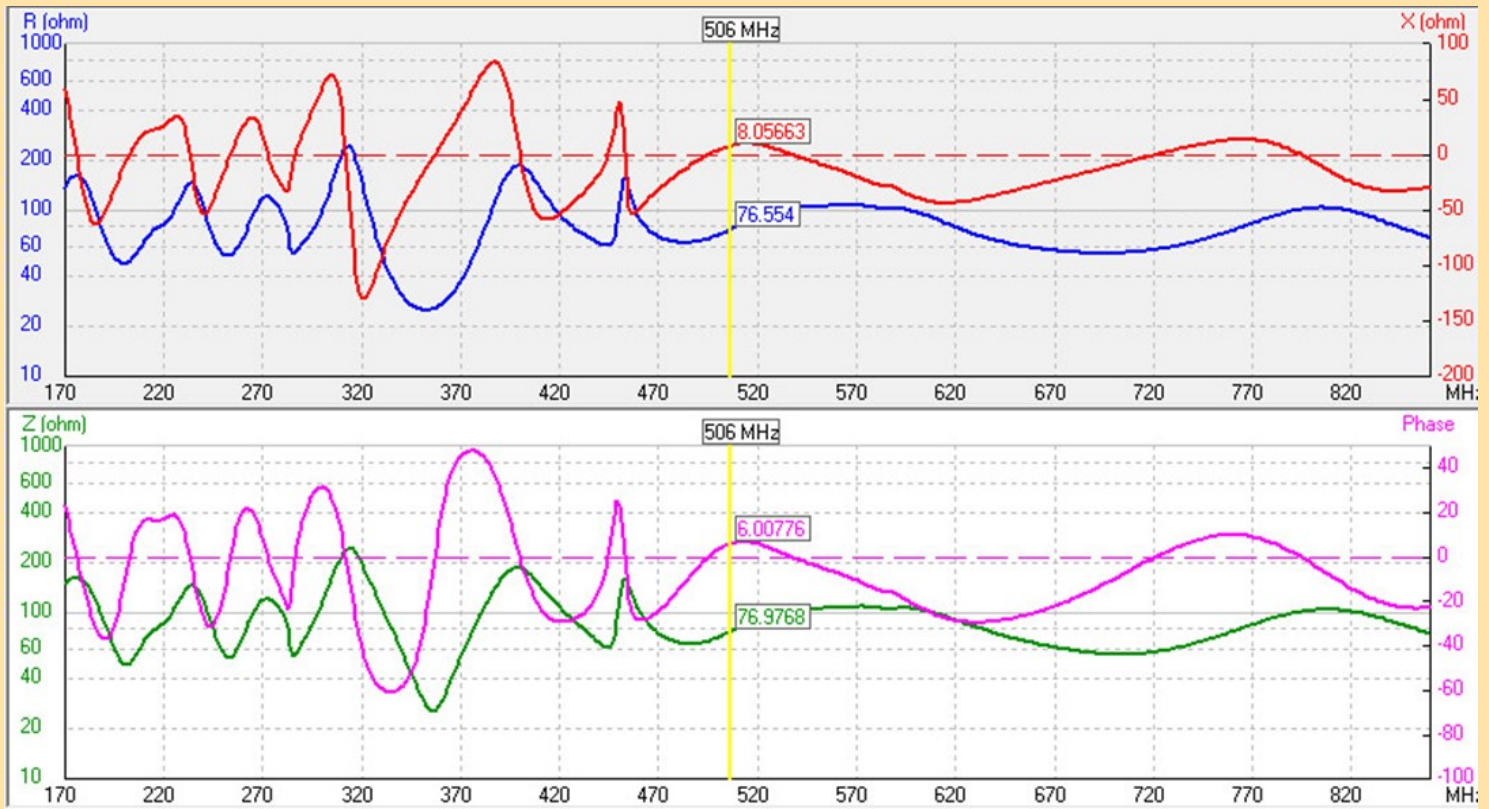
Passons à la courbe de gain :



REVUE RadioAmateurs France

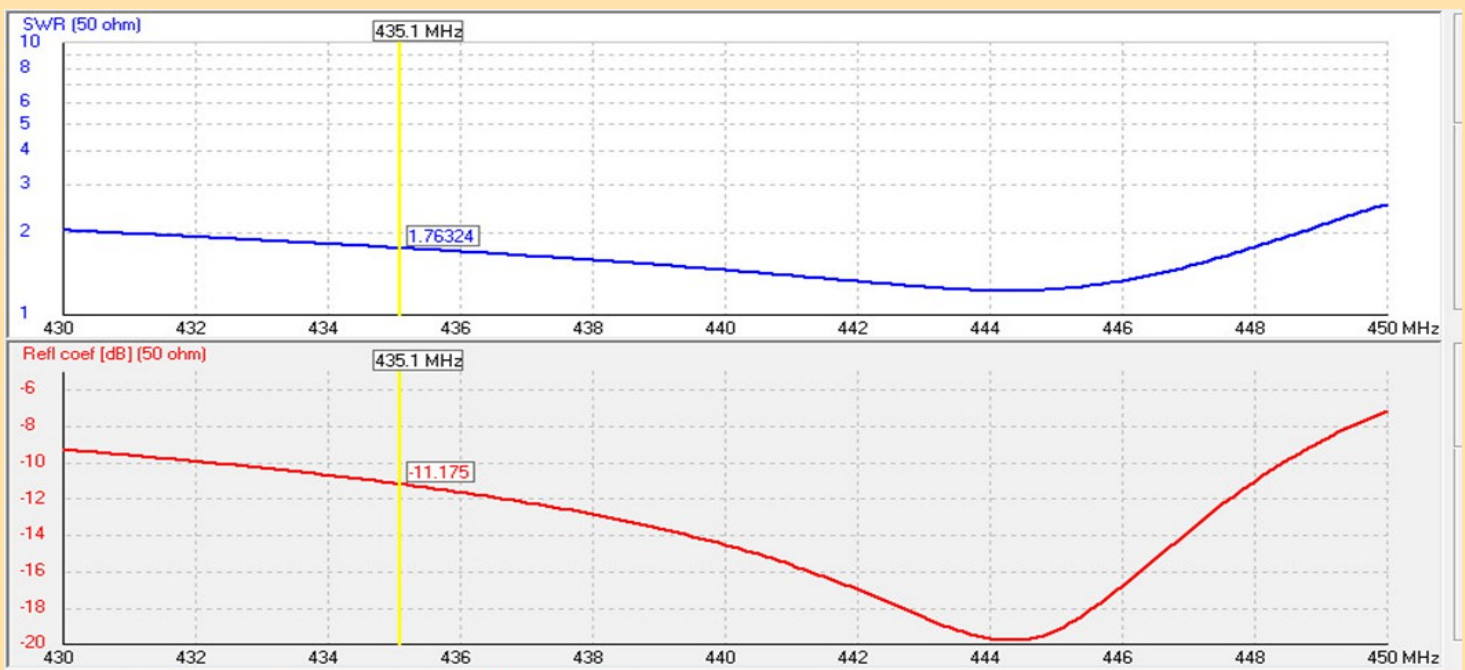
Cela donne environ 5 à 7,2 dBi en VHF bande III et 7,75 à 9,31dBi en UHF au-delà de 470Mhz.pour les dBd, enlever 2,15dB. Le rapport Fr/Back (avant/arrière) est d'environ 7 à 25 dB en VHF et 20 à 46 dB en UHF.

Observons les impédances :



L'impédance moyenne tourne autour des 75 ohm (tracé vert).

En début d'article, j'ai mentionné que des OM l'avaient testée en UHF, voyons ça sur la bande 430-450 Mhz.. Paramétons dans « settings », « char. Impedance » à 50 ohm. Voyons ce que nous réserve le tracé :



Le résultat n'est pas très fameux ..un ROS (théorique) de 1,78 :1 à 435 MHz. Normal, cette portion de la bande a été ignorée lors de la conception de l'antenne. Par contre, utilisable par des amateurs américains entre 440 et 447 MHz avec un ROS inférieur à 1,5 :1 , sous toutes réserves de mesures, à l'aide d'un appareil UHF.

Essayons de modifier (informatiquement) l'écartement entre les 2 booms, de façon à améliorer le ROS, dans le cas où nous serions tentés de l'améliorer dans la bande 430-450 Mhz. Je précise que ma façon de faire n'est qu'indicative car les brins ne sont pas fixés au milieu des booms.

En début d'article, nous avons vu que l'impédance entre les 2 booms était de 125 ohms environ.

Faisons varier cet espacement.

Nous avons un ROS de 1,76 :1 sur la dernière image, sur 435 Mhz.

Augmentons à 135 ohm l'impédance entre les 2 booms, cela nous donne un ROS de 1,75 :1, pas mieux. Inversement, 115 ohm, c'est pire.

J'ai essayé de changer l'impédance des TL, lignes de transmission, mais nada, le ROS ne bouge pratiquement pas, du moins à l'aide de l'informatique.

Si vous possédez cette antenne, rien n'empêche que vous tentiez le coup, de modifier plus ou moins l'espacement des 2 booms, à l'aide d'un ROS mètre ou mieux analyseur, mais loin de tout obstacle (plusieurs longueurs d'onde, zone Fraunhofer).

Pour mesurer le ROS ou bien le gain, il est nécessaire d'être éloigné de tout obstacle.

Les mesures se feront là où commence le champ lointain, (recoupement du champ électrique et du champ magnétique) et où il n'y a plus de perturbations.

Formule : $(2 \times D^2) / \lambda \dots$ avec λ (lambda) = longueur d'onde $299.8 / F(\text{MHz})$.

D représente la plus grande longueur de l'antenne, ici, entre le brin arrière et le brin avant : 0,91m.

La longueur d'onde λ pour la mesure à 435 Mhz sera :

$$299.8 / 435 = 0.689 \text{ m}$$

La distance minimale à laquelle se feront les mesures sera de :

$$2 \times 0,91^2 / 0,689 \text{ soit } 2,40 \text{ m.}$$

Pour mesurer le ROS sur une bande passante large, on peut utiliser une longueur de coaxial de n'importe quelle longueur mais le plus court possible.

Pour mesurer une bande passante étroite, il faut idéalement, utiliser un coaxial court mais multiple de la demi-longueur d'onde. Cette longueur sera réduite par le coefficient de propagation de ce câble : 0,66 pour le type RG-58, RG-213, etc ...

L'impédance complexe ($R + jX$), au ras de l'antenne, sera retransmise tel quel à l'appareil de mesure.

Pour des fréquences beaucoup plus hautes, les mesures peuvent se faire en chambre anéchoïque car leurs longueurs d'onde sont très petites, de quelques décimètres à quelques centimètres voir millimètres.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Chambre_an%C3%A9cho%C3%AFque

En théorie, il aurait fallu que les brins aient un diamètre décroissant de l'arrière vers l'avant, toujours selon la valeur de τ , partir d'admettons 10 mm et finir par 4 mm, question de rigidité des brins.

Le nombre de brins en fonction des bandes passantes est vraiment très faible en regard du gain

Si l'on avait voulu quelque chose de performant, il aurait fallu dépasser le nombre de 35 voir le double de brins sinon plus, mais la longueur de boom deviendrait imposante. Tout a un prix ...

En résumé des analyses faites précédemment, je dirais que c'est une antenne qui dépanne, sans plus ... ne pas compter faire de longues distances avec, sauf par propagation exceptionnelle !!

Si l'inspiration me vient, nous étudierons une prochaine fois, comment calculer une antenne log-périodique bi-bande VHF-UHF, selon nos propres desideratas (gain, longueur, rapport avant / arrière F/B).

Mes 73 ... Sergio

liondemer85 chez yahoo point com