

## ANTENNES FRACTALES

par Serge F5JTM

### Explications et réalisations , Préface.

Dans un premier temps, il sera décrit superficiellement (il existe des études plus complètes sur le net, dont des thèses), ce genre d'antennes, et en deuxième temps, il sera étudié, le schéma, puis la mise en paramètres sur un logiciel informatique, tel que MMANA, 4NEC2 ou EZNEC.

Une fractale est une ligne brisée ou une forme géométrique, infiniment morcelée, de façon auto-similaire.

L'inventeur initial de la fractalisation est en apparence, *Benoît Mandelbrot* (1924 ; 2010).

<https://www.maths-et-tiques.fr/index.php/detentes/les-fractales>

Un des avantages lié à la mise en fractales, serait par exemple, de découper une forme tarabiscotée, genre l'île de la Corse, pour en faciliter le comptage du périmètre kilométrique.

Il existe plus formes de fractales. Sierpinski, la courbe de Koch (ou flocon de neige), l'ensemble de Mandelbrot et de l'ensemble de Julia, dans mes descriptions, les études se porteront sur la forme de Minkowski (carrés).

Nombreuses descriptions et études ont été diffusées par différents auteurs, dont N11R (Nathan Cohen) maintenant W1YW, qui a déposé quelques brevets dont celui-ci :

<https://patents.google.com/patent/US6452553>

F3DD a développé en son temps, des antennes fractales ...

<http://www.f3dd.org/mapage/index.html>

Nous trouverons sur la page de VK6FH, une façon et les proportions à donner aux fractales que nous allons étudier.

<http://www.vk6fh.com/vk6fh/fractal.htm>

Pour faciliter et rendre rapides les calculs et optimisations virtuelles, nous utiliserons un logiciel, tel que MMANA ou 4NEC2 (gratuits) ou bien Ezneq, éventuellement associé à AutoEZ... (payants, mais pas très onéreux et surtout mis à jour de certains types de calculs, comme les diamètres étagés, les fils isolés, etc...).

Quelques infos : je suppose qu'une antenne fractale pourrait avoir quelques harmoniques selon les proportions utilisées, mais de mon côté, je n'ai pas eu connaissance, comment faire. Ce genre d'antenne n'est pas log-périodique, comme avancé sur certains groupes radios. Il s'agit ici, d'auto similarité .

Certains diront qu'une antenne fractale perd du gain par rapport à une antenne cubical quad carrée simple, oui, bien sûr, surtout sur une fractale à un élément, mais l'on pourra voir sur la photo 1, (comparaison cubical quad 3 éléments UHF vs fractale 3 éléments), que la perte est infime (0,56dBi ou dBd), à peine une épaisseur d'aiguille sur un mesureur de champs ou bien un vu/mètre de récepteur ... ce qui signifie qu'on peut rattraper cette perte lors de rajouts d'éléments.

D'autre part, le périmètre extérieur, sera réduit, puisque l'on rentre une partie du câblage vers l'intérieur ...

La réduction de périmètre se fera à l'aide d'itérations, 1, 2, voir 3 , mais inversement, le câblage intérieur, augmentera de façon significative, plus ou moins, suivant l'itération. L'itération 3, sera réservée à des applications miniatures, telles utilisées dans les téléphones portables.

La prise au vent de ces antennes, sera plus ou moins effective, selon que l'on utilisera des diamètres de fils ou tubes importants, ainsi que selon le nombre d'itérations ... Il est donc sage, de réfléchir à ces dernières observations, et d'en tenir compte, lors des calculs ultérieurs.

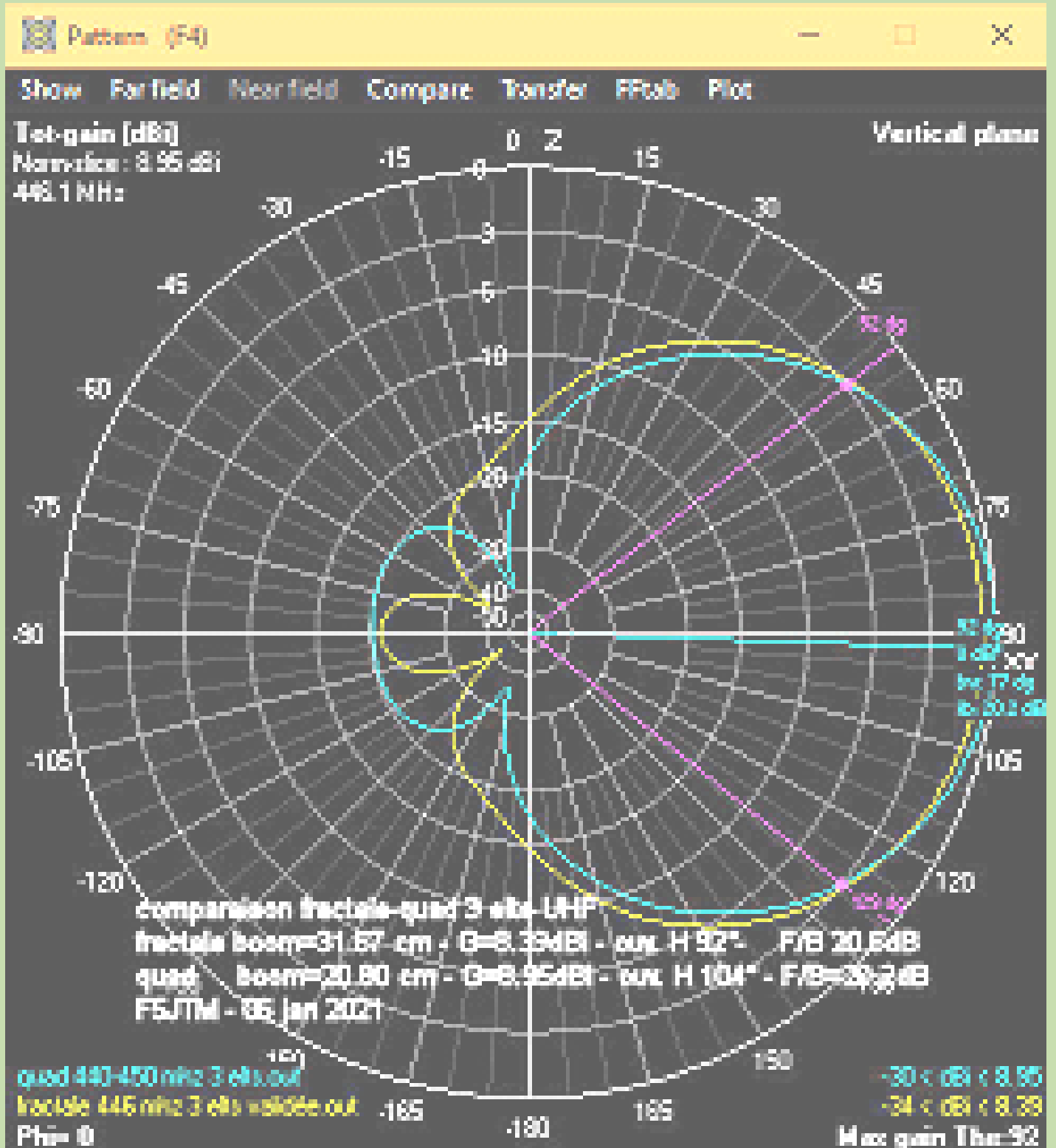


# REVUE RadioAmateurs France

En HF, je vois, soit des fils électriques, pour éviter un certain poids et une certaine prise au vent, soit des tubes fins et légers comme l'aluminium, tendus et mis en forme, par des tubes en fibre de verre par exemple.

Certains utilisent des piquets de clôture, soit des piquets de signalisation pour border les routes enneigées.

Utiliser de préférence, de la matière légère, rigide et dernier point important, non conductive.



Après moults calculs avec un ou plusieurs éléments passifs et selon les fréquences, il m'est apparu, que rien n'était fixé d'avance, tel les impédances, ou bien la longueur des booms (supports de carrés) ...l'on recherchera en priorité (tant qu'à faire ...) un maximum de gain et un rapport F/B (forward/back, rapport avant/arrière).

L'on s'approchera pour éviter l'utilisation de boite de couplage à pertes, d'une impédance facilement accordable à l'aide de morceaux de câbles coaxiaux, genre  $\frac{1}{4}$  d'onde,  $\frac{1}{2}$  onde ou autre, selon.

La hauteur par rapport au sol jouera également en matière d'impédance et de gain. L'environnement ne sera également pas étranger aux résultats escomptés.

La modélisation est une chose, la réalisation, la mise au point, ainsi que l'exploitation en est une autre. Le coup de patte de l'opérateur, ses connaissances en antennes et électromagnétisme, sera un avantage non négligeables, surtout lorsqu'on commence à attaquer les VHF et UHF.

Sur la page de VK6FH, on pourra observer les itérations 1 et 2 .

En matière d'ondes HF, on pourrait imaginer les itérations 1 et 2 selon la fréquence d'utilisation, et en VHF-UHF, on se contentera de l'itération 1, car les dimensions ne sont pas si prohibitives que ça.

## Réalisation d'un carreau fractal, 144.300 MHz.

### Dégrossissons un peu le problème.

Cherchons d'abord, les dimensions d'un carré normal, sur 144.3 Mhz.

Tout le monde sait (en principe, lol !!) qu'un carreau quad, a un périmètre d'environ une longueur d'onde.

A 144.300 mhz, la longueur d'onde ( $\lambda$ ) sera de  $300/F(\text{mhz})$ , c'est-à-dire 2,07m environ. Entrons les paramètres dans MMANA...

Lançons le calcul, et trouvons la fréquence de résonance ( $jX$ ), avec la moindre réactance possible...

ici, j'ai utilisé du fil électrique 2,5mm<sup>2</sup>, soit 1,8mm de diamètre. Ceci pour faciliter la tâche des gens qui seraient tentés à s'essayer à fabriquer une fractale...vous ne risquerez rien pour 2m de fil, rires ...

Je trouve à 144.3mhz, une résistance R de 130 ohm, ce qui est conforme avec les publications sur les antennes, une réactance ( $jX$ ) de 0,01 un ROS de 2,6 :1 par rapport à 50 ohm, mais ça n'a aucune importance, puisque l'on va rajouter des éléments par la suite, cela fera tomber l'impédance globale. On relève les cotes et l'on trouve 0,56m par coté soit, un périmètre de 2,24m. Le gain est de 1,16dBd, soit 3,31dBi.

En ce qui concerne le carreau fractal, itération 1, on peut compter sur une réduction du périmètre extérieur de 30% environ. Le logiciel déterminera, en cherchant une moindre réactance, ce périmètre.

Toujours à l'aide de MMANA, fonction « édition de conducteur », dessinons à main levée, cette fractale. A droite de la page d'édition, sélectionnez « projection » en YZ. Ce qui fait que l'on pourra dessiner à l'aide des tracés, cette antenne.

Important : ne pas oublier de cocher dans « édition élément », « changer proportionnellement » toutes les coordonnées, afin de conserver cette symétrie, idem, lors de l'optimisation ou lors d'un changement de fréquence « échelle conducteur », dans notre cas, inutile de modifier aussi le diamètre du fil.

Grossissez à l'aide de la loupe, afin que les tracés tombent pile sur les carreaux verts foncé

« il est judicieux de faire comme ceci, ça évite le défaut de symétrie des carreaux.

J'ai adapté à ma façon, le nombre de divisions par cotés de la fractale, ce qui facilite son dessin.

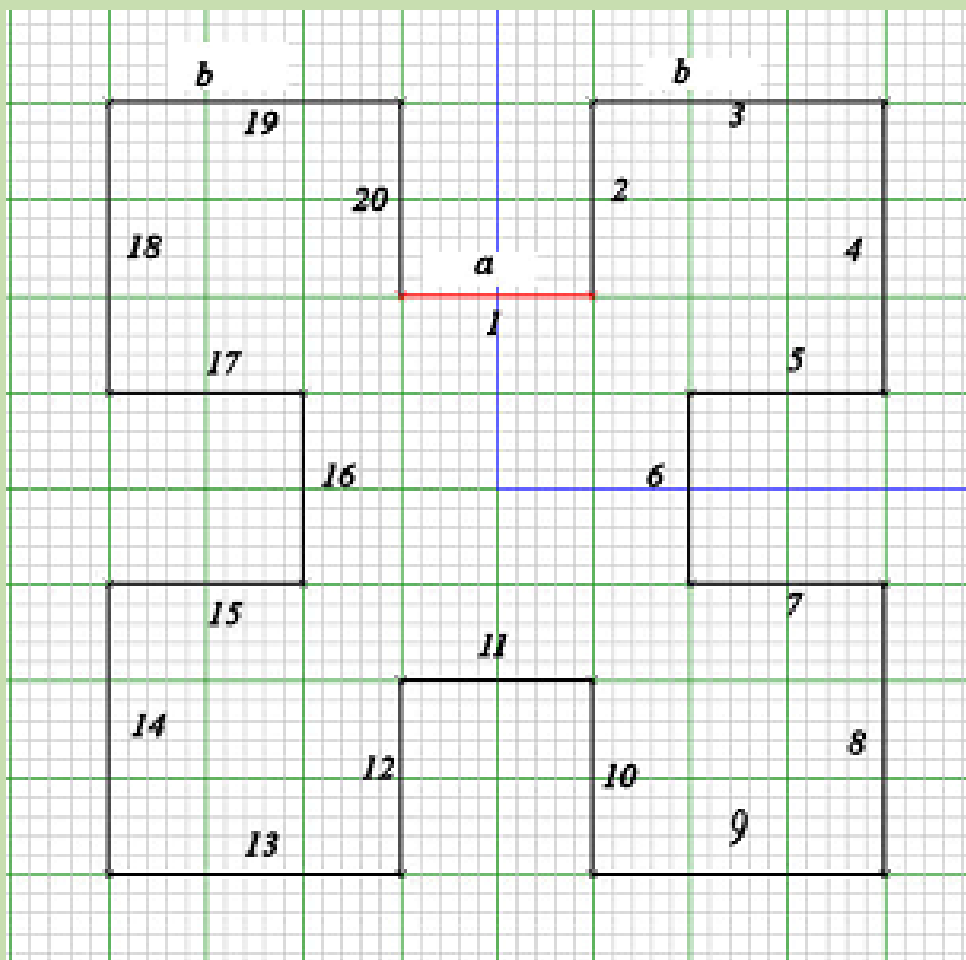
3 carreaux pour les angles extérieurs, et 2 carreaux par coté, pour les fils intérieurs .

Un petit rappel sur le moteur de calcul de MMANA, comme 4NEC2 et EZNEC, il est construit sur la méthode des moments, M.O.M., methode of moments. Je vous laisse le soin d'étudier ça, avec les explications sur le net. J'ai également transposé les résultats de MMANA vers les 2 autres logiciels. Le nombre de segments pour MMANA a été établi à 4 pour les petits fils intérieurs, et 6 pour les fils extérieurs (nombre de segments pairs)..

Sur 4NEC2 et EZnec, j'ai réglé la segmentation automatique à 25, ce qui fait que j'ai 3 segts et 5 segts. (segments impairs, au moins pour le fil alimenté) ...mettre 50% pour la colonne « seg » lors de l'édition de la source.

Je vous laisse additionner la longueur de fil totale, pour dessiner l'antenne complète. **Il est impératif**, de dessiner dans l'ordre les fils, ici, de 1 à 20, car cela facilitera le rajout d'éléments pour rendre l'antenne directive, à plusieurs éléments. Dans la fonction « édition élément » et colonne « forme » on pourra voir le nom, ici, « V 2 tri » .

Par la suite, on augmentera le nombre d'éléments, par la fonction « ajouter ».



Après dessin, calculs et mise à l'échelle de façon à résonner sur 144.300 mhz, voyons ce que nous trouvons avec les 3 logiciels :

(m)	a	b		R	jX	G dBd	G dBi
MMANA	0.107	0.161	MMANA	63.7	0.04	0.39	2.54
4NEC2	0.104	0.156	4NEC2	59.3	0.02	0.43	2.58
EZNEC	0.104	0.156	EZNEC	59.3	0.04	0.43	2.58

**Le gain moyen est d'environ 0,42dBd soit 2,56dBi.**

la différence de gain entre le carreau et la fractale est de  $1,16 - 0,42 = 0,74\text{dB}$  , dans l'espace, bien entendu ..

au dessus d'un sol de qualité moyenne, il faut compter dans les 4 à 5, voir plus de dB.

C'est un peu plus faible que le carré, oui, mais au moins, on a le plaisir de ne pas faire comme les autres, de chercher, de fabriquer. L

a perte de ce petit gain, sera comblée par un élément de plus.

Avec 3 éléments et plus, la perte sera insignifiante, le succès dépendra de l'opérateur , de son expérience .

Le raccordement pour mesure, se fera à l'aide d'une fiche coaxiale ou bien avec un surcroit de fil, pour y faire coulisser les extrémités du coaxial, en sachant qu'il faut réduire au minimum les connexions, pour ne pas interférer dans la fréquence de résonance.



L'on pourra voir sur la photo 2, le raccordement fait par notre ami, 14PC01, Philippe, un as de la bricole ...

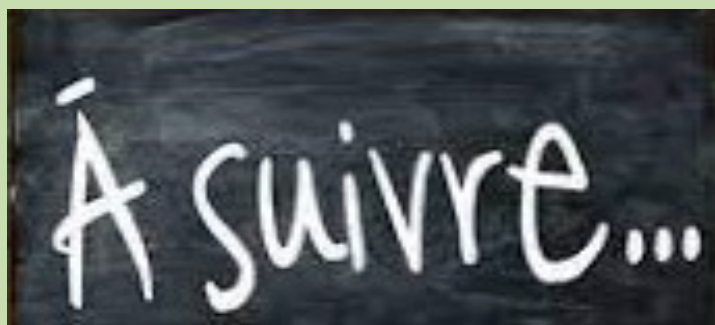
J'ai pu lui confier ainsi, la réalisation de plusieurs antennes fractales, sur plusieurs fréquences, aussi bien filaires, en tube et pire, par découpage laser, pour les UHF ... d'autres photos suivront, suivant l'antenne réalisée. Je l'ai surnommé le pape de l'antenne ...lol

MMANA est bien pratique pour la fonction dessin, optimisation, mais j'ai trouvé que ce logiciel n'est pas forcément fiable, selon le type d'antenne, la fréquence et le sol sur lequel elle rayonnera, on préférera au-delà de 300 MHz, 4NEC2 voir Eznec (payant) ...

D'autres réalisations (HF, VHF, UHF), ainsi que l'ajout d'éléments à ces fractales et sur d'autres fréquences paraîtront dans les prochains épisodes si vous le voulez bien.

Certaines sont publiées sur Facebook « F5JTM » et « antennes fractales » ...mes 73, Sergio

***liondemer85 chez yahoo point com***



## ANTENNES FRACTALES par F5JTM Sergio

**Explications et réalisations , Calculs, optimisation logicielle et réalisation, suite.**

En ce qui concerne le programme MMANA, la dernière version est la v3.0.0.31 de 2011. Une traduction existe sous la plume de F6FER en particulier, que vous pourrez aisément trouver sur le net.

[http://f5ad.free.fr/ANT-QSP\\_Descriptions\\_Logiciels.htm](http://f5ad.free.fr/ANT-QSP_Descriptions_Logiciels.htm)

Ci-dessous quelques photos d'une fractale, réalisée par 14PC01, Philippe. Ici, les éléments ont été faits à l'aide de cuivre, que notre ami avait en stock dans son garage, mais c'est lourd, de l'aluminium en HF fait l'affaire, du brin de 4 à 6mm par exemple, en réfléchissant bien sur l'emplacement et la forme des écarteurs.

Le pliage de brin de métal est un peu délicat, dans la mesure, où il faut chauffer au préalable, les endroits à plier ...

Vous trouverez sûrement ces méthodes sur Youtube, sous forme de tutos.

Nous avons dans l'épisode précédent, établi comment calculer, mettre en données logicielles puis dessiné une antenne fractale à un seul élément.



Pour réaliser cet élément, il est judicieux, après avoir calculé dans l'espace, de ré-optimiser par rapport à la hauteur au sol, et aussi en fonction de sa qualité ( sol moyen, sol parfait, etc...), de rajouter quelques cm ( HF, et quelques mm (VHF-UHF), au périmètre total, de façon à ne pas être en manque, lors du réglage.

L'on coupera donc un peu plus long, et l'on tracera sur le fil ou sur le tube lui-même, fil étiré, les angles, de façon à ne pas avoir de surprise.

Le fait de faire un tracé sur carton ou au sol, de la forme globale, n'est pas forcément un gage de réussite, car lors du pliage, quelques mm, par ci par là, en trop ou en moins, ruinent la longueur

totale et ainsi le ROS.

Un bon ROS à une fréquence inférieure à celle souhaitée, signifie que le périmètre est trop long, inversement, s'il est bon à une fréquence supérieure, cela signifie qu'il est trop court.

D'après les autres schémas que j'ai pu dessiner, et certains réalisés, il m'est apparu et ça semble logique, qu'il y avait un rapport entre les dimensions d'une antenne sur telle fréquence et telle autre fréquence.

En 144.3 MHz, nous avons pour la cote a, 0.107m et la cote b, 0.161m, du moins, avec le logiciel MMANA.

En 50.2 MHz, j'ai calculé pour a : 0.298m et pour b : 0.447m.

Sur 7.1 MHz, j'ai trouvé a : 1.994m et b : 2.991m. Il existe une relation entre les cotes « a », d'un côté et les cotes « b », de l'autre.

La moyenne (je parle ici de moyenne, car le fil ou tube n'est pas forcément de même rapport de diamètre) est d'environ 14,8 pour « a » et 22,3 pour « b ». Ce qui fait que, pour dégrossir le futur schéma, nous appliquerons les relations (toujours façon F5JTM, la répartition entre petits et grands cotés) :

$$a(m) = 14,8/F(\text{MHZ}) \text{ et } b(m) = 22,3/F(\text{MHZ})$$

Avec ces deux données, vous pouvez déjà estimer le périmètre extérieur de l'élément afin de le dégrossir dans MMANA, dans « édition élément », colonnes « largeur » et « hauteur », toujours avec la coche « changer proportionnellement toutes les coordonnées », afin d'avoir un schéma symétrique.

Ne pas oublier d'abouter les éléments de 1 à 20, de façon à ne faire qu'une seule ligne dans l'éditeur « V 2 trian », et pouvoir ainsi ajouter les éléments directeurs facilement, sans avoir à éditer chaque ligne de chaque fil.

Il reste ensuite à chercher un minimum de réactance, proche de 0 (zéro). On procèdera ensuite à l'optimisation.

Une fois calculé, il reste à faire l'antenne, on trouvera une résistance R, comme annoncé dans le 1<sup>er</sup> épisode dans les 60 ohm selon la hauteur au sol... cela sera évident en HF, moins en VHF et au-delà.

Un ros-mètre ou mieux, un VNA ou analyseur, sera utile pour déterminer la courbe de la bande passante, et trouver le creux de ROS... en admettant, que nous trouvions 60 ohm, le ROS, serait au pire de  $60/50=1,2 : 1$ , ce qui tout à fait raisonnable même en émission. Une réalisation d'un élément de ce genre a été effectuée, toujours par mon ami Philippe, 14PC01, que nous trouverons en photo 1 ( en forme de diamant).

Par contre, les bouts de fils ont été coupés à la dimension, puis soudés.

On pourra observer que l'impédance Z est de 50 ohm.

A ce sujet, si vous souhaitez la forme en diamant, dessiner avec MMANA une fractale comme expliqué auparavant, puis la faire tourner de 45° le long de l'axe X fonction « éditer » puis « rotation ».

Rajouter un petit fil pour la connexion, comme sur la photo 2, sinon, mettre 2 sources de tension moitié à chaque extrémité inférieure du triangle inférieur, ce qui est un peu plus compliqué pour les débutants en modélisation.

Un rappel qui n'est pas sans importance à l'aide de la méthode des moments, précisément dans MMANA et 4NEC2, inutile d'espérer de bons résultats, si les angles sont inférieurs à 45°.

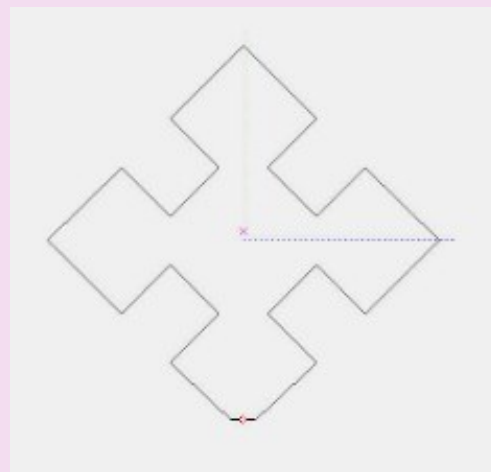
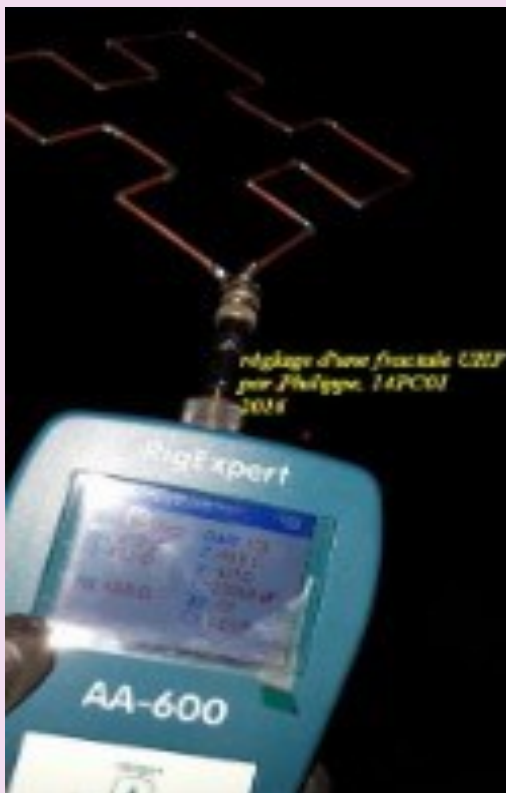


Photo 2 : fractale en diamant

Le résultat est concluant, ici, UHF, ROS 1.01 :1

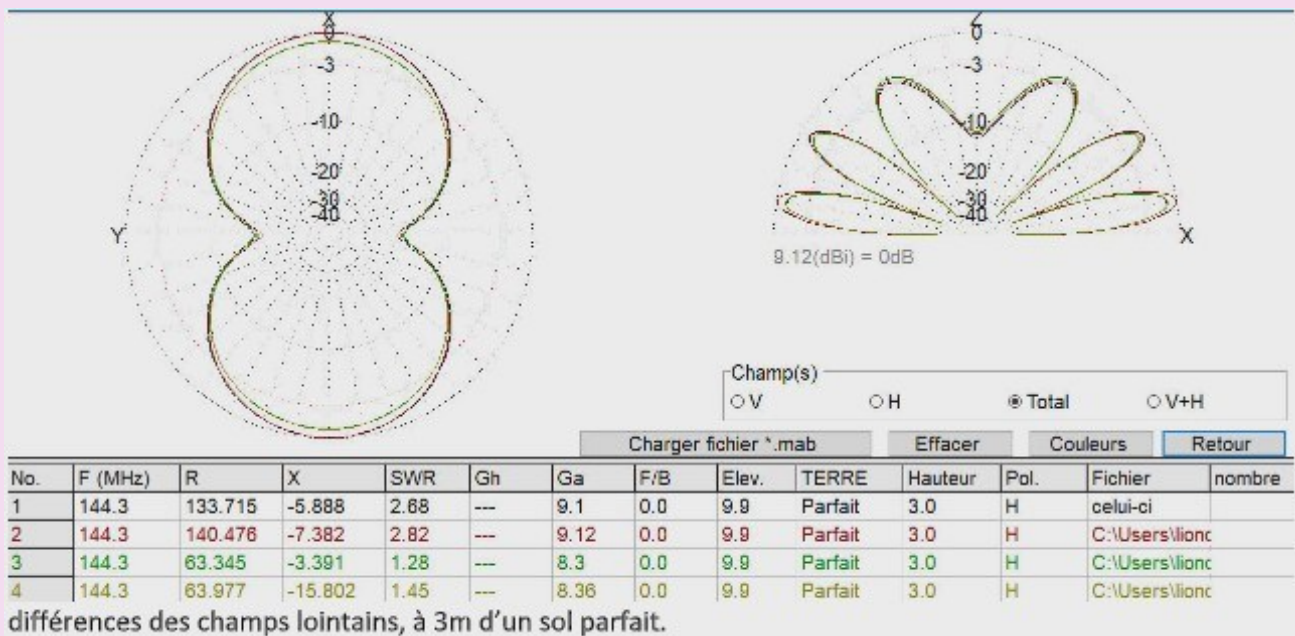
Selon vos compétences avec MMANA, vous pourrez segmenter soit en automatique, soit avec 4 segments pour les petits brins, et 6 pour les brins extérieurs. De même que vous pourrez développer ça, avec 4NEC2 ou EZNEC et reprendre l'échelle ou faire une nouvelle optimisation. Tout est question de connaissances et de feeling.

En photo 2 est représentée une fractale de forme diamant. Pour cette forme, je conseille d'utiliser la segmentation automatique avec MMANA, ainsi qu'avec 4NEC2 et Eznec, segmentation automatique à 25 segments par demi longueur d'onde.

spécificités à 144.3 MHz entre les 4 différentes formes pour 1 élément

	R	X	G dBd	G dBi
carré	130	0.01	1.16	3.31
carré diamant	136.3	-0.207	1.18	3.33
fractale	63.7	0.04	0.39	2.54
fractale diamant	60.28	-0.03	0.35	2.5

spécificités des 4 formes.



1 – quad normale. 2 - quad diamant 3 – fractale à plat 4 – fractale en diamant

L'on peut remarquer, mis à part la petite différence de gain entre les quads normales et les fractales, que la forme des patrons H et V sont identiques....

Une fois, calculé et réalisé l'élément seul, puis validé par la mesure, il est possible de s'attaquer à une antenne de même type, de plusieurs éléments. On procédera de la même manière que pour une antenne type yagi.

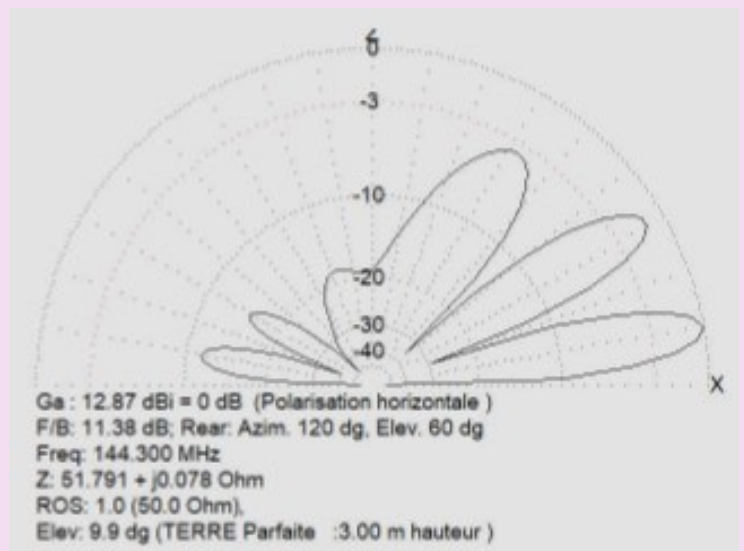
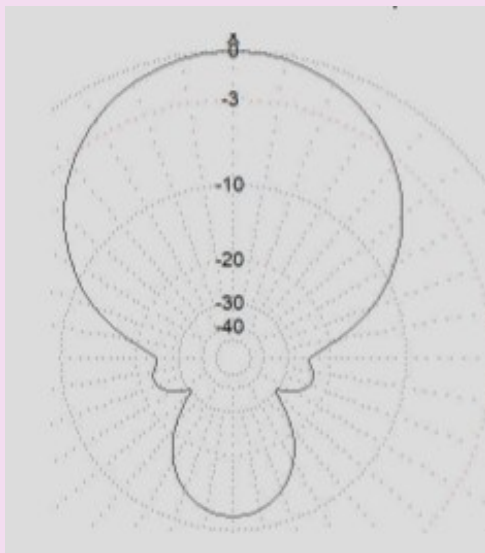
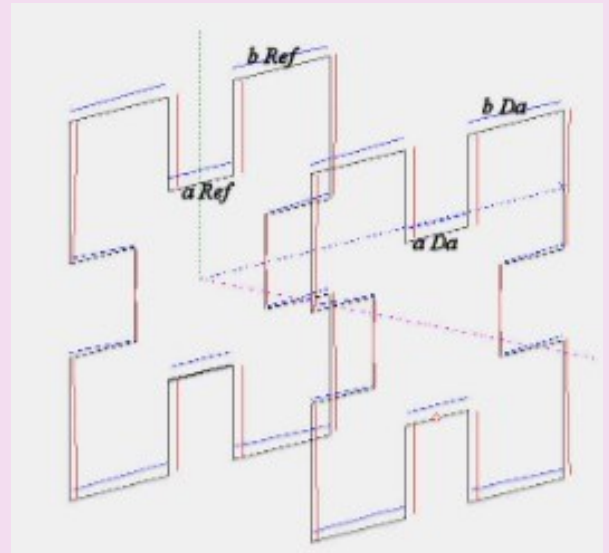
On conservera les dimensions de l'élément seul, puis l'on rajoutera un réflecteur qui sera environ 4 à 5 % plus grand. Comme espace, étant donné que nous débutons, nous prendrons 0,20 lambda comme base de départ.

Si l'on veut développer encore plus l'antenne, nous rajouterons des directeurs, toujours de la même façon que pour une antenne yagi. On comptera environ 4% de moins à chaque fois, et à l'aide de MMANA ou autre, l'on procédera à l'optimisation.



Les traits de couleurs, représentent les courants, a Ref, est la dimension d'un petit brin, et B Ref, celle du brin d'angle (du réflecteur). Par analogie, a Da ,et b Da,

représentent, les dimensions du Dipôle alimenté, vous devinerez aisément, lorsque je donnerai les dimensions ultérieurement pour une multi éléments, a Dir1, a b Dir2...etc...



Voici donc les dimensions pour cette fractale 144.3 Mhz 2 éléments... Entre parenthèses, en sachant qu'en cas d'humidité, un fil métallique s'allonge électriquement, il serait bon de faire le calcul pour quelques dizaines de kilohertz plus haut...

Réflecteur : a1 = 0.104m b1 = 0.156m

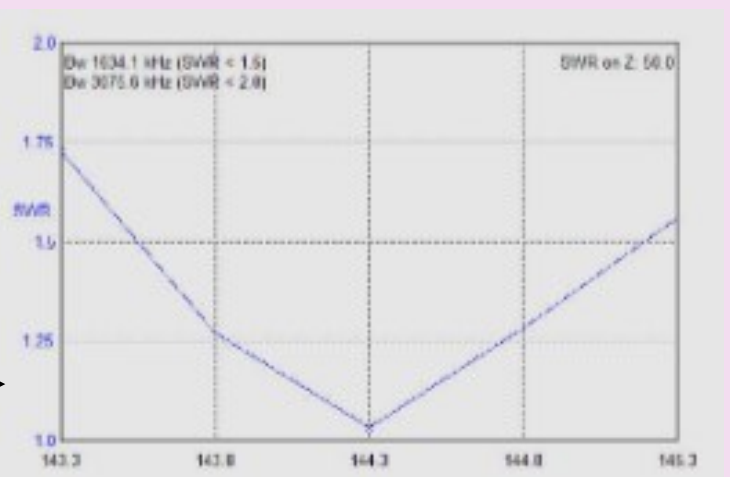
Dipôle alimenté : a2 = 0.101 b2 = 0.152m

Espace entre les deux : 0.354m.

En rappelant que les croisillons devront être en matière non conductrice et pas imposants ...

Un essai avait été fait par un ami, Hervé, qui, ses croisillons étant trop gros, en PLA 3D, avaient déplacés de plusieurs centaines de kilohertz, la fréquence d'utilisation.

Voici la bande passante offerte par ce modèle d'antenne 2 éléments : →



Prochain épisode : ajouts d'éléments ....73's, Sergio

À suivre...

Part 3. Suite du mois de juin et juillet 2021 <https://www.radioamateurs-france.fr/>

Avant propos :

Message subliminal aux lecteurs qui ne souhaitent pas réaliser ce genre d'antenne: malgré tout, dans mes explications, figurent des combines ou conseils pour la modélisation, qui ne figurent pas obligatoirement dans les manuels des logiciels.

Ces combines sont extraites de nombreuses années de modélisation et de conseils glanés ici et là, sur des sites de spécialistes (W4RNL, RA6FOO, etc...). Cela accentue la précision des calculs et se rapproche de la réalité...

Bien retenir que les modélisations ne sont que mathématiques et peuvent différer avec la réalité du terrain (obstacles, nature du sol, etc ...). Il est prudent aussi de calculer

pour une fréquence un peu plus haute, de façon à anticiper le rôle de la glace, du givre, de la pluie, qui rallongent électriquement les brins métalliques.

On peut essayer de comparer à ce sujet, un dipôle simple, mesurer à sec, et une fois mouillé, pour voir la différence de R ou réactance.

Pour une construction sérieuse, n'employer que des matériaux bons conducteurs, tels le cuivre, ou l'aluminium, voir du laiton ... (récup par exemple, d'anciennes tringles à rideau en laiton, extensibles, dans les vide greniers, à prix dérisoires ...idem des manches de balais télescopique en aluminium de piscine, etc ....j'arrête là, la liste est longue, on y fait de belles affaires ...pas belle la vie ?

Seront décrites à la suite des fractales VHF et UHF.

Pour les gens qui n'ont pas forcément les diamètres correspondants, ou bien désirant utiliser par exemple des brins non circulaires, il existe un applet JAVA . Il faut donc disposer de JAVA sur l'ordinateur ...<http://fermi.la.asu.edu/w9cf/equiv/index.html> .

Fractales VHF 144.3 Mhz.

Aujourd'hui, seront décrites des fractales type Minkowski VHF en fil d'électricien non isolé 2,5mm<sup>2</sup>, soit diamètre 1,8 mm et en rondins de 4 mm aluminium NON anodisé ...

Modéliser sérieusement, avec méthode et minutie, demande beaucoup de patience et de connaissances du logiciel utilisé, surtout lorsqu'on attaque ce genre d'antenne...

Connaitre les défauts des logiciels est également primordial. Ici, je me suis attaché à conserver les symétries, afin que les schémas soient cohérents avec la technique de fractalisation...

Au vu des tableaux, vous imaginerez le nombre d'heures passées à imaginer, modéliser, et optimiser les schémas.

Ici, le gratuit MMANA-Gal sera utilisé pour établir un début de modélisation, puisque à l'aise avec les fréquences HF et VHF, puis enfin, les dessins seront figés à l'aide de 4NEC2, confortés à l'aide d'EZNEC...

Lors de la réalisation, si toutefois, vous êtes tenté par ce type d'antenne, (ce qui entre nous, vous démarquera de ceux qui ne font qu'appuyer sur des boutons sur des postes à 3000 pécos) vous donnera la fierté et la satisfaction d'avoir réalisé un ouvrage qui, s'il n'est pas parfait dans le monde des bisounours (n'est ce pas Claude, lol ...), vous permettra malgré tout, des liaisons confortables.

Ces antennes, dérivées des cubical quad sont silencieuses et les lobes latéraux ont été évités, au possible ...

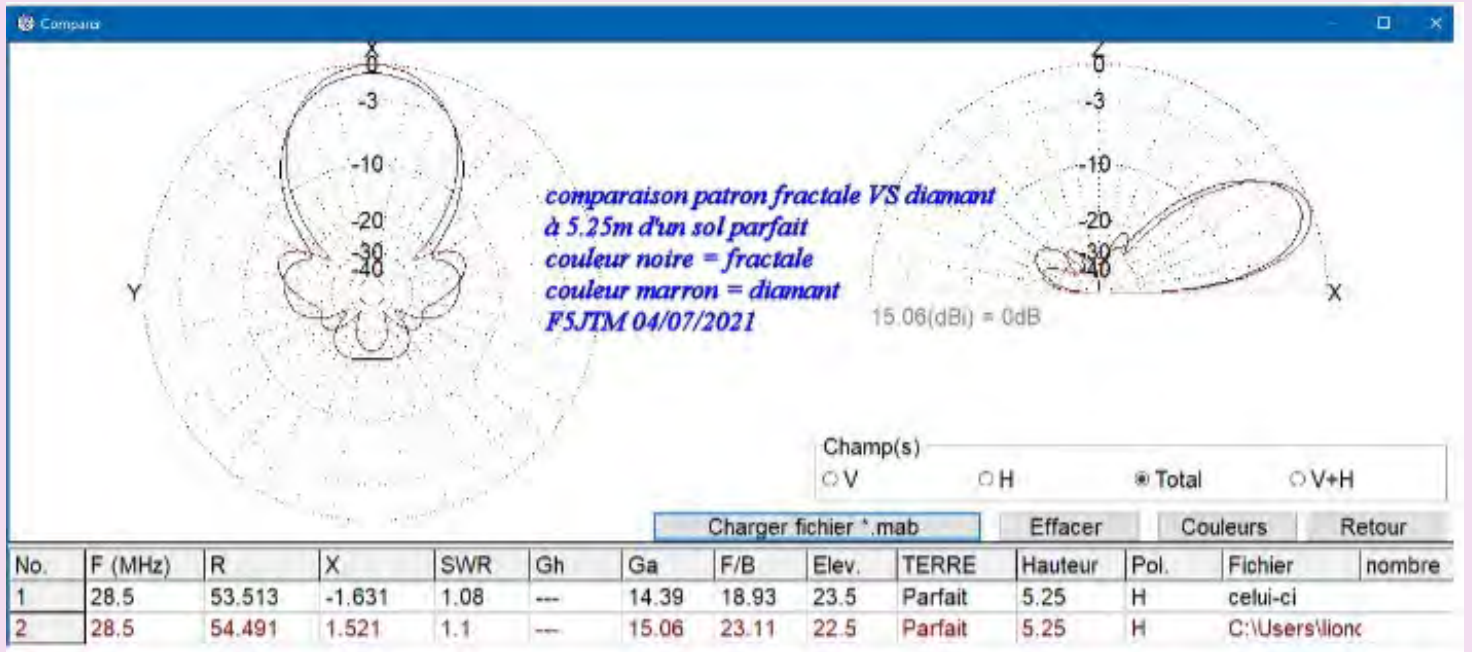
Je rappelle, qu'il est souhaitable, en préambule, à marquer sur le fil ou le tube, les dimensions utilisées, car ces montages sont assez stricts..

Réserver quelques centimètres aux extrémités, afin de pourvoir à un manque éventuel de matière, lors de la mise au point...

J'avais le choix de la forme entre « fractale normale » ou « fractale diamant ».

J'ai donc modélisé ces 2 types, sous 28,500Mhz. Voici ce que cela donne :





Les résultats ne sont pas vraiment significatifs car dépendant du coup de patte de l'opérateur de saisie.

De toute façon, MMANA sous-estime le rapport avant/arrière ainsi que la fréquence de résonnance.

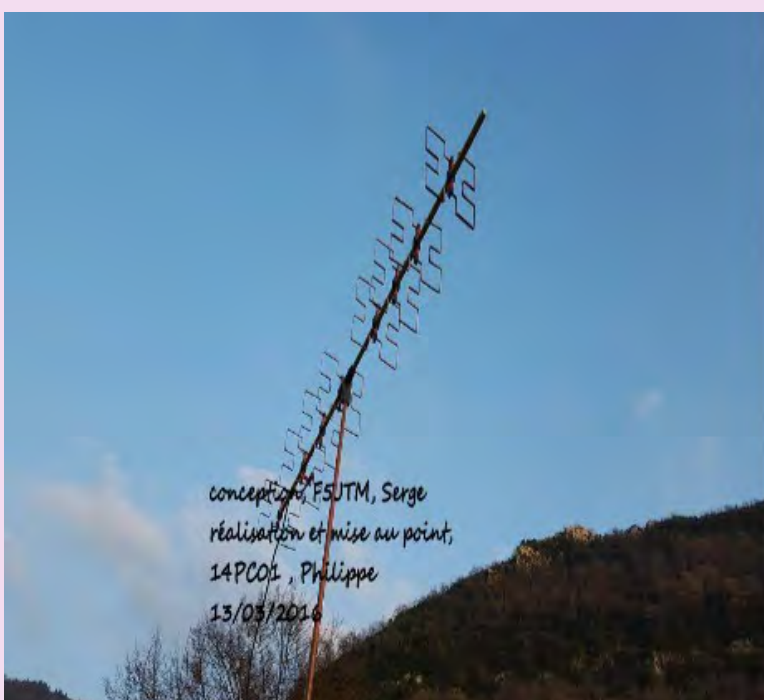
L'élévation à hauteur demi-onde donne sensiblement le même angle de départ. De même que sous le moteur NEC, à l'aide de 4NEC2, le modèle calculé sous MMANA résonnant à 28,500 mhz, donne, 28,400MHz, tjrs avec un rapport av/ar supérieur.

Pour mémoire, la plupart des spécialistes actuels, ont utilisé pour la plupart 4NEC2 (gratuit) <https://www.gsl.net/4nec2/> (dernière version en date v5.9.3

et d'autres, Eznec <https://www.eznec.com/> version actuelle v6.0.33, qui, à noter, tient compte entre autre, des antennes à tubes télescopiques (calculs Leeson)

et autres détails non précis de MMANA. <http://solger.free.fr/liens/Livres/physical-design-of-yagi-antennas.pdf>

Quelques modèles ont été réalisés notamment en UHF (4NEC2), par notre ami, 14PC01, dont voici un exemplaire...



### Cotation des modèles.

Sur le schéma, sont indiqués les éléments qui permettent d'identifier les brins.

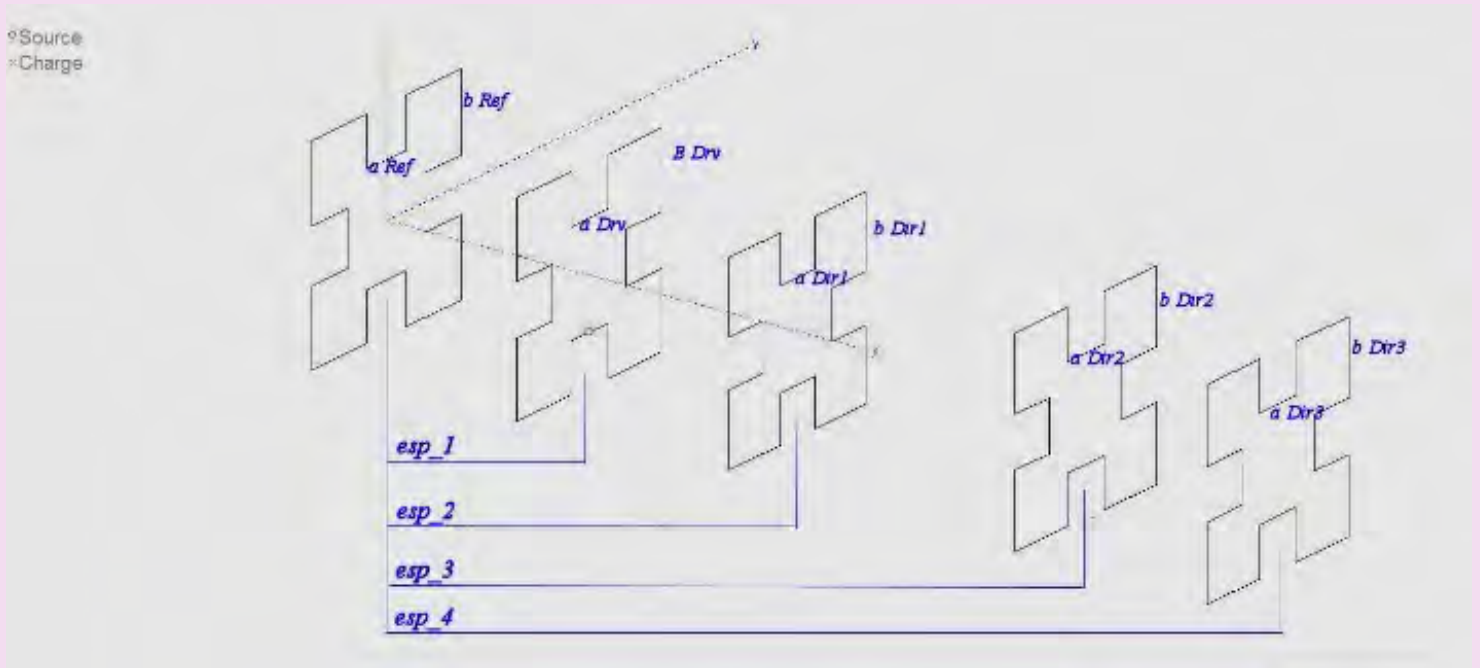
Ici, « a » pour les petits brins intérieurs,

« b » pour les brins extérieurs. «

Esp\_n », vous l'aurez deviné, pour les espaces entre éléments.

Le point rouge « source » est l'endroit où l'on fixe le coaxial 50 ohms.

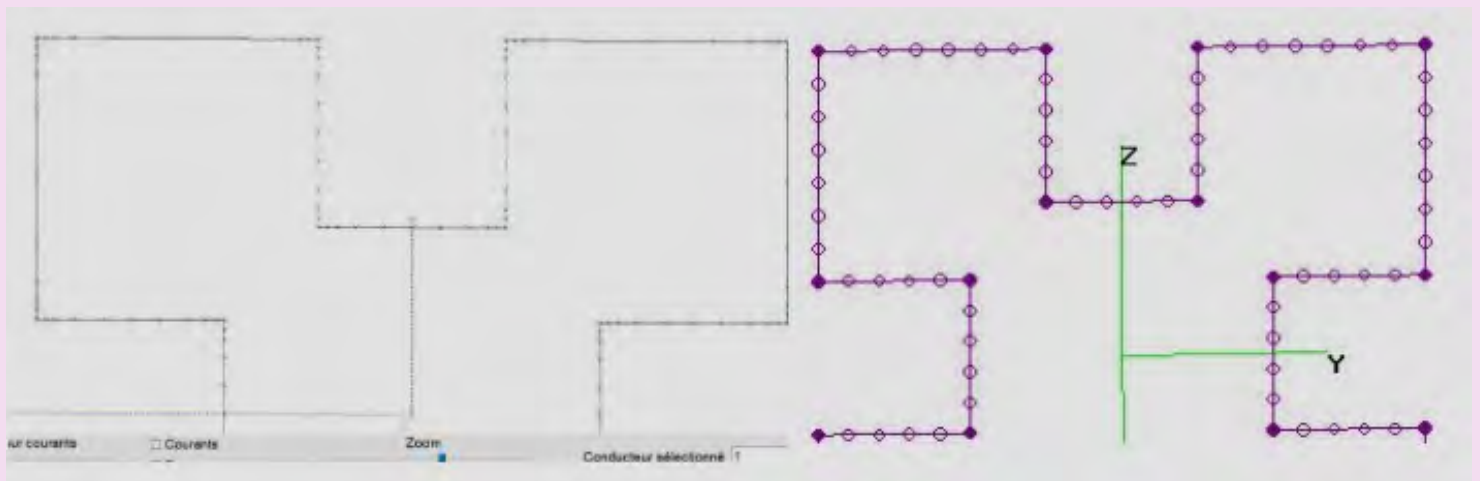
Le signe « charge », ici absent du schéma, représente d'éventuelles bobines, condensateurs, ou autre artifice modifiant le comportement de l'antenne.



En ce qui concerne la modélisation, dans MMANA, nous fixons la segmentation à -1 (automatique). En effet, dans des fractales telle les nôtres, nous avons des angles droits et donc, cela demande de la précision.

Sur le schéma de MMANA, l'on peut voir que les segments rétrécissent graduellement dans les angles, alors que dans 4NEC2, l'on peut régler la segmentation automatique (je l'ai réglée à 25 segments par demi longueur d'onde), ce qui fait que les petits brins intérieurs ont 3 segments et les brins des angles extérieurs ont 5 segments, idem dans EZNEC...Le principal, étant que les longueurs de segments, petits et grands, aient profitablement la même longueur, afin d'avoir des calculs de courants, cohérents.

Voici ce que cela donne sous MMANA et 4NEC2 (et EZNEC)...



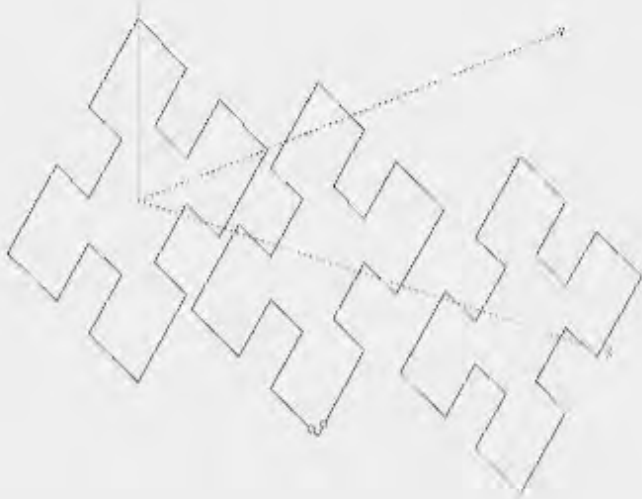
**Rappels** : si vous refaites les calculs à l'ordi, surtout, n'oubliez pas de cocher la case « changer proportionnellement toutes les coordonnées » sinon vous aurez des fractales ou autres antennes non symétriques ...remarquez au passage dans la colonne « forme », la mention « v2 trian » ...ce qui facilite le rajout après chaque calcul et optimisation d'un élément.

Bien dessiner les brins de de 1 à 20, les uns à la suite des autres ici pour une fractale 1 élément.

Le rajout d'éléments se fait pas la fonction «ajout » à l'aide d'un clic droit souris. Pour le réflecteur, on le rallongera d'environ 4 à 5%, (long x 1,05) et pour les directeurs, on enlèvera 4% de l'élément précédent, (long x 0,96) ...

On finira l'optimisation à l'aide de MMANA et on vérifiera la fréquence de résonance avec 4NEC2 ou autre.

Edition d'élément								
Paramètres		☐ Changer les points extrêmes uniquement			☑ Changer proportionnellement toutes les coordonnées			
No.	Forme	Int (m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Longueur(m)	R(mm)	Seg	Conducteurs
1	V 2trian	0.0	0.418	0.418	0.0	0.9	-1	20
2	V 2trian	0.35526	0.40702	0.40702	0.0	0.9	-1	20
3	V 2trian	0.88152	0.384	0.384	0.0	0.9	-1	20
4	V 2trian	1.51578	0.403	0.403	0.0	0.9	-1	20
5	V 2trian	1.94104	0.399	0.399	0.0	0.9	-1	20
suivant								



## Antenne fractale, forme diamant ...

On raccordera le coaxial à la pointe inférieure, pour polarisation horizontale, pointe gauche ou droite, pour polarisation verticale.

Ci-joint, cotation pour des diamants itération 1, fil de cuivre non isolé, rigide, 2,5mm<sup>2</sup>, soit diamètre 1,8mm et pour des fractales en aluminium 4mm NON anodisé.

La cotation ne tient pas compte de la correction due à la hauteur de l'antenne par rapport à la hauteur ou nature du sol.

Chacun pourra reprendre cette cotation à l'aide de 4NEC2 (plus précis quant à la nature du sol et la hauteur) à cet effet... surtout en ce qui concerne la HF...

diamant 144.300 mhz itération 1, cotations, 1 à 8 éléments, fil électrique 2,5mm <sup>2</sup> non isolé								
dimensions en mètres (modélisation 4NEC2-EZNEC)								
	1 élts	2 élts	3 élts	4 élts	5 élts	6 élts	7 élts	8 élts
a Ref	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
b Ref	0,156	0,1554	0,156	0,156	0,157	0,156	0,157	0,1565
a Drv	-	0,099	0,102	0,102	0,1013	0,1015	0,102	0,1016
b Drv	-	0,15	0,152	0,152	0,1515	0,1517	0,152	0,152
a Dir1	-	-	0,095	0,094	0,0974	0,099	0,0984	0,099
b Dir1	-	-	0,141	0,141	0,1455	0,149	0,1472	0,148
a Dir2	-	-	-	0,089	0,1	0,1	0,1	0,099
b Dir2	-	-	-	0,134	0,15	0,15	0,149	0,149
a Dir3	-	-	-	-	0,1	0,099	0,1	0,099
b Dir3	-	-	-	-	0,15	0,149	0,149	0,149
a Dir4	-	-	-	-	-	0,097	0,097	0,097
b Dir4	-	-	-	-	-	0,145	0,1453	0,1452
a Dir5	-	-	-	-	-	-	0,095	0,0947
b Dir5	-	-	-	-	-	-	0,1416	0,1415
a Dir6	-	-	-	-	-	-	-	0,0922
b Dir6	-	-	-	-	-	-	-	0,138
esp_1	-	0,281	0,35	0,347	0,377	0,34	0,362	0,359
esp_2	-	-	0,778	0,76	1,034	0,917	0,942	0,949
esp_3	-	-	-	1,02	1,505	1,49	1,486	1,485
esp_4	-	-	-	-	1,926	1,86	1,864	1,863
esp_5	-	-	-	-	-	2,34	2,343	2,341
esp_6	-	-	-	-	-	-	2,915	2,912
esp_7	-	-	-	-	-	-	-	3,483
R (ohm)	59,8	51,4	47,2	50,5	50,6	50,3	50	51
X	0,77	1,5	2,24	0,15	0,8	0,6	2,05	1
RCS (50)	1,2	1,04	1,08	1,01	1,02	1,01	1,04	1,03
G (dB)	0,25	4,47	5,47	5,84	7,85	8,45	8,65	9,05
G (dBi)	2,4	6,62	7,62	7,99	10	10,6	10,8	11,2
F/B	-	14,2	16,5	18,6	27,2	22,3	24,1	28,6

fractale 144.300mhz, cotations, 1 à 5 éléments, fil aluminium diamètre 4mm					
dimensions en mètres					
	1 élts	2 élts	3 élts	4 élts	5 élts
a Ref	0,108	0,107	0,108	0,108	0,108
b Ref	0,162	0,161	0,162	0,162	0,162
a Drv	-	0,103	0,105	0,104	0,105
b Drv	-	0,154	0,157	0,156	0,156
a Dir1	-	-	0,096	0,099	0,101
b Dir1	-	-	0,144	0,148	0,151
a Dir2	-	-	-	0,099	0,103
b Dir2	-	-	-	0,148	0,154
a Dir3	-	-	-	-	0,097
b Dir3	-	-	-	-	0,145
esp_1	-	0,294	0,385	0,365	0,373
esp_2	-	-	1	1,114	1,148
esp_3	-	-	-	1,748	1,748
esp_4	-	-	-	-	2,254
R (ohm)	64,33	50,35	49,97	48,72	50,03
X	0	0,08	0,01	0	0,1
RCS (50)	1,29	1,01	1	1,03	1
G (dB)	0,43	4,81	5,89	6,94	8,03
G (dBi)	2,58	6,96	8,04	9,09	10,18
F/B	-	13,57	18,19	20,07	23,15

J'ai étudié la fractale sous forme de diamant, pas d'amélioration notable apportée, sinon que c'est plus pratique et probablement plus résistant aux vents forts... pendant les forts coups de vent, il suffirait de relier les pointes basses par un cordage, à un ancrage sur le sol. Il est fort probable que l'équilibre soit supérieur par rapport à la fractale à plat.

A suivre dans le prochain épisode : antennes fractales UHF ...mes 73, Sergio



**Fractales UHF 432.3 MHz.**

Bon, les loulous, là, on attaque les choses sérieuses ! Car là, où l'on pouvait bricoler avec MMANA en VHF, en UHF, il n'en est pas de même, quoique !...MMANA n'a qu'un moteur réduit de NEC, et pour rappel, les calculs se basent sur la méthode des moments (M.O.M.). On modélisera tout de même, pour faciliter la tâche avec MMANA, l'on procèdera à la mise à la résonance de l'élément alimenté seul, puis l'on rajoutera le réflecteur, et enfin les directeurs un par un. Optimisation à chaque étape.

En effet, j'ai trouvé que cela dégrossissait le travail, car l'on est près des 50 ohm ou bien de 28 ohm pour le cas de nos antennes fractales.

Pour ma part, selon la difficulté à optimiser avec MMANA, je reprend l'optimisation des antennes VHF &

UHF à l'aide de 4NEC2 ou AutoEZ, (selon les compétences)...

EZNEC est très proche de la réalité, mais 4NEC2 remporte la palme de la praticité, des patrons, et diagrammes.

Dans tous les cas, il est essentiel d'étudier précisément les manuels et IMPERATIF d'en connaître les limites, voir les défauts.

Je pourrai modéliser avec 4NEC2 mais l'optimisation est longue et fastidieuse...

Il faut donner une variable à chacune des longueurs différentes, et en sachant qu'il y a déjà 20 brins (lignes) pour un seul élément, puis 6 coordonnées à remplir ( $x_1, y_1, z_1 - x_2, y_2, z_2$ ),

vous imaginez le temps qu'il faut, pour rentrer les variables...Cela fait 120 cases à remplir...Je n'imagine même pas, le cas de 10 éléments ...  $10 \times 120 = 1200$  cases !

Puis si l'optimisation est ratée, il faut encore et encore recommencer.. C'est bon pour des pros, ça, pas pour un retraité, lol ...

La raison pour laquelle, je propose ce dispositif en UHF ?

Parce que fait de fil 1.8mm de diamètre nu, qu'on trouve à toutes les bonnes épiceries du coin.

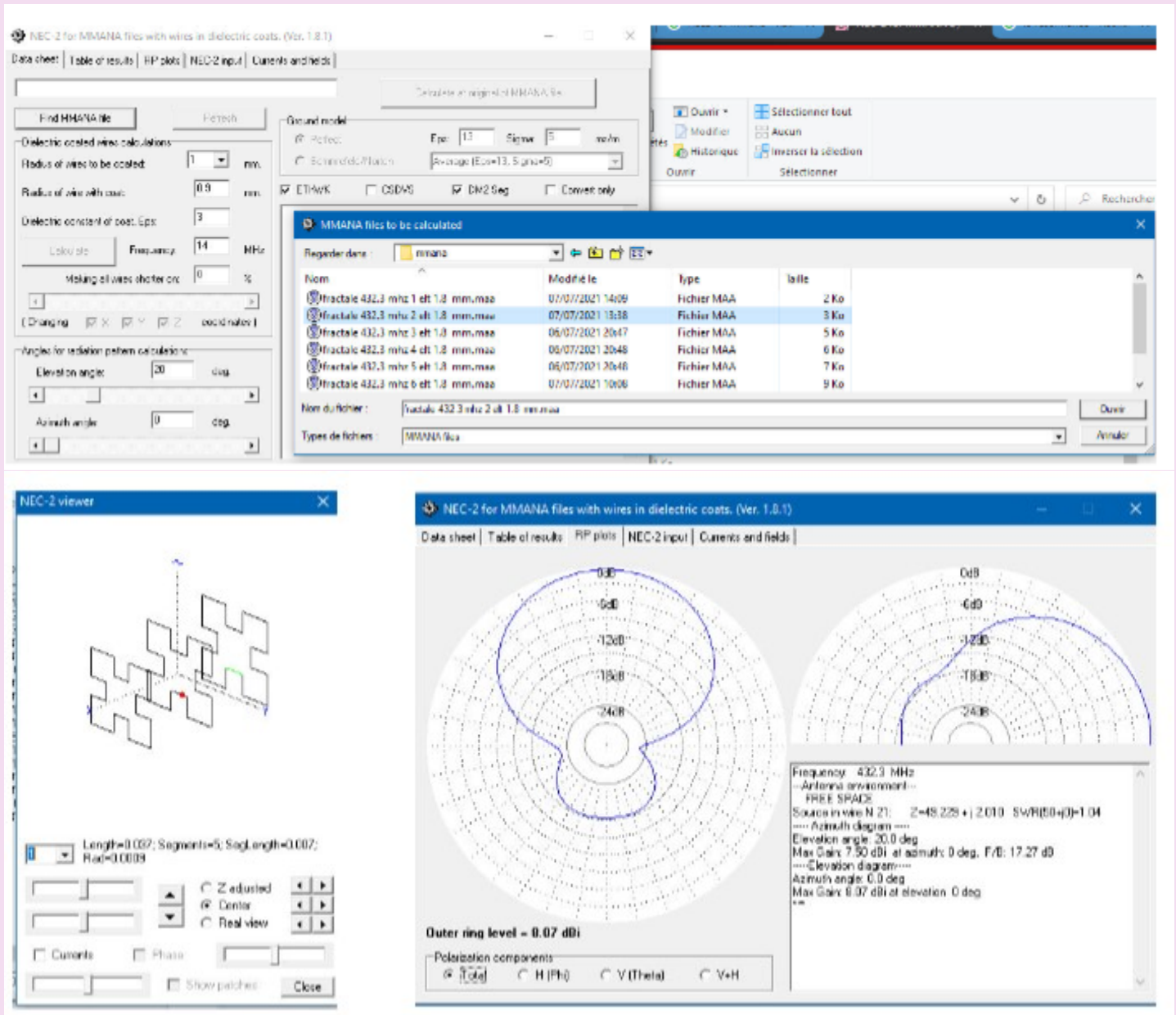
Ca ne percera pas vos portefeuilles, et si votre montage est correct, ce sera un excellent tremplin pour attaquer des fréquences plus basses (brins plus longs), donc plus faciles à régler. Et surtout ! parce que vous n'aurez pas la même antenne que Monsieur Tout le Monde...

Je n'ai pas la prétention de dire que mes schémas sont exacts au demi-millimètre près, j'ai déjà expliqué ça, dans les parutions précédentes.

Si vous n'utilisez pas 4NEC2 ou EZnec, il existe un logiciel gratuit, qui non seulement fait la conversion des fichiers \*.maa vers \*.nec, mais les calculent également, et cerise sur le gâteau, on voit les patrons de rayonnement. On y trouve entre autre la fonction fil isolé. Il s'agit de Nec2 for MMA-NA .version 1.8.1

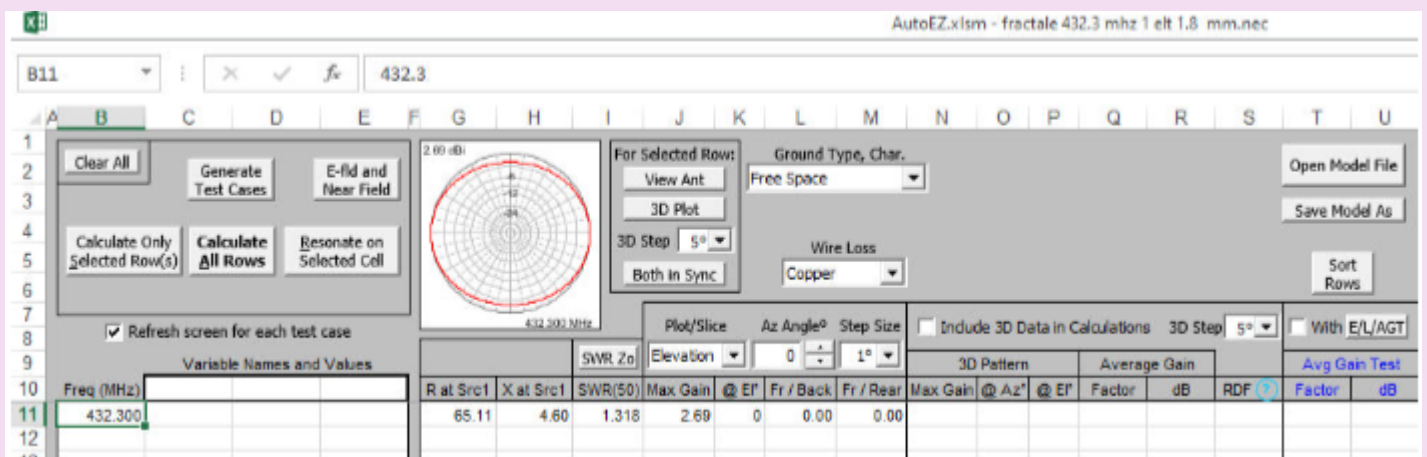
<https://www.qsl.net/ua3avr/>. Je ferai une petite démo, hors du sujet des fractales.

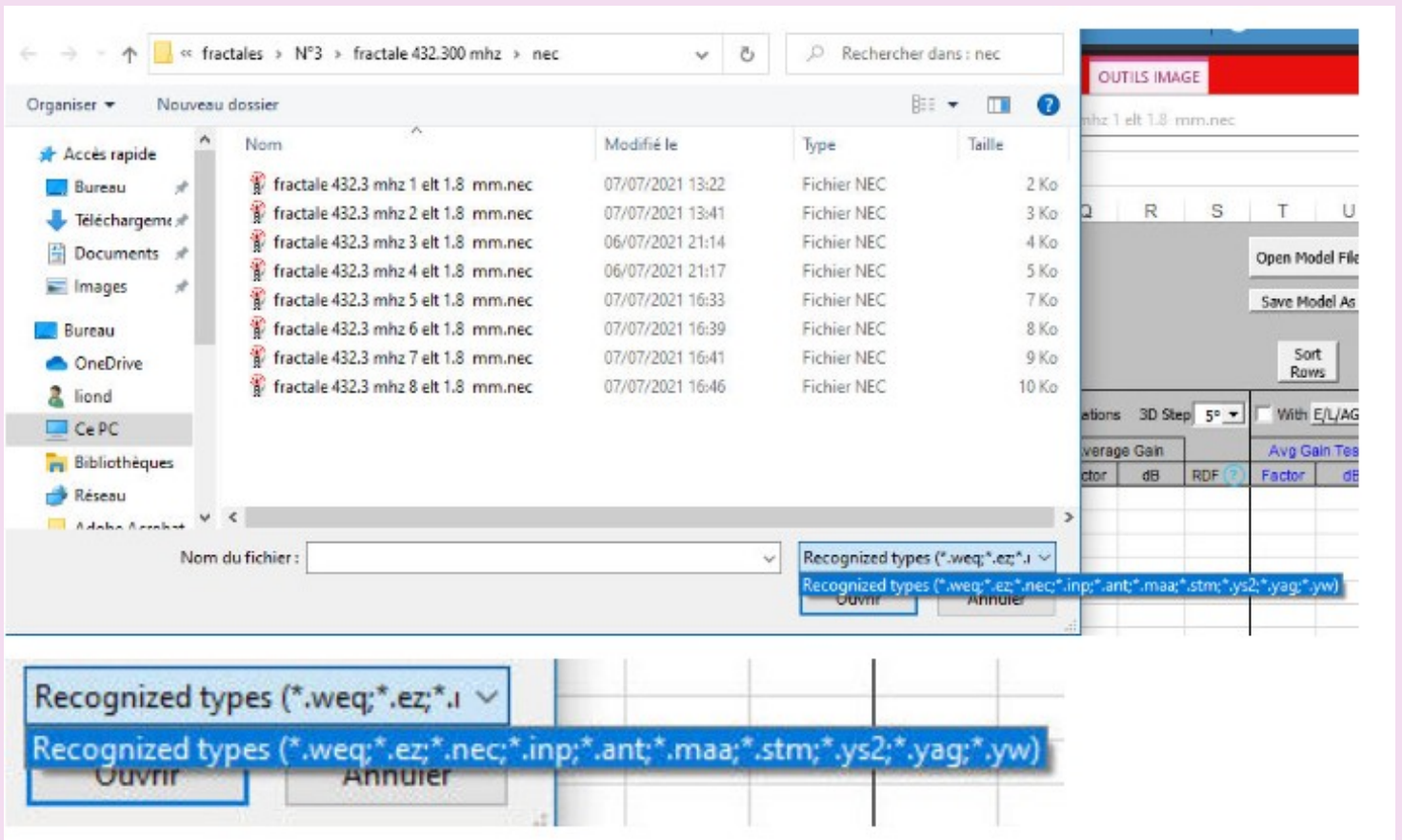
# REVUE RadioAmateurs France



Si vous souhaitez transférer les fichiers \*.nec ou autres types de fichiers en \*.ez pour EZnec, il existe la solution AutoEZ...

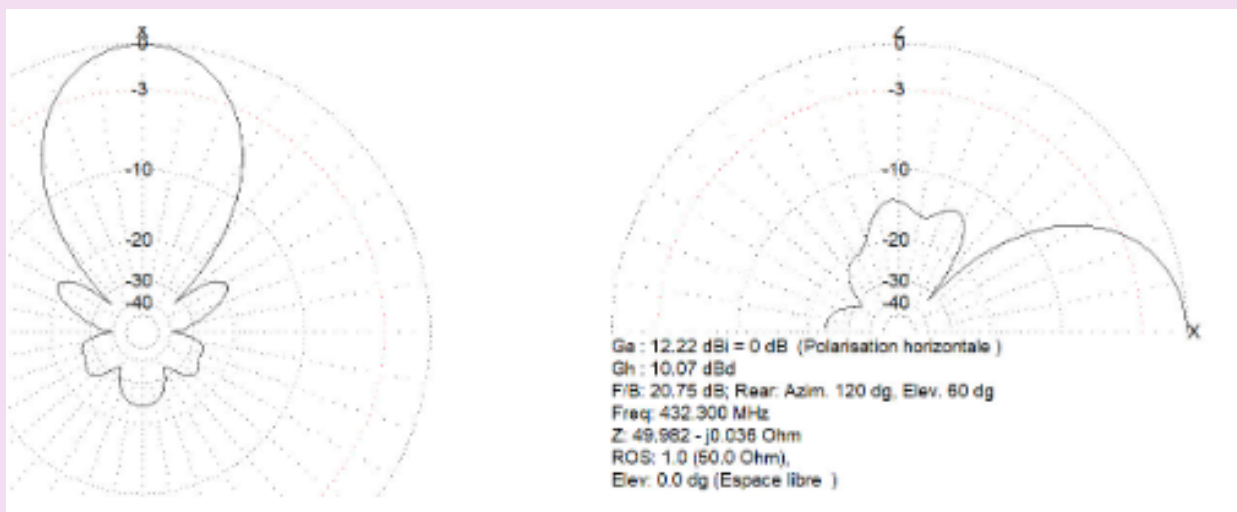
<https://ac6la.com/autoez.html> qui non seulement calcule les antennes, mais également, permet l'optimisation, en conjonction avec l'application EZNEC lancée.



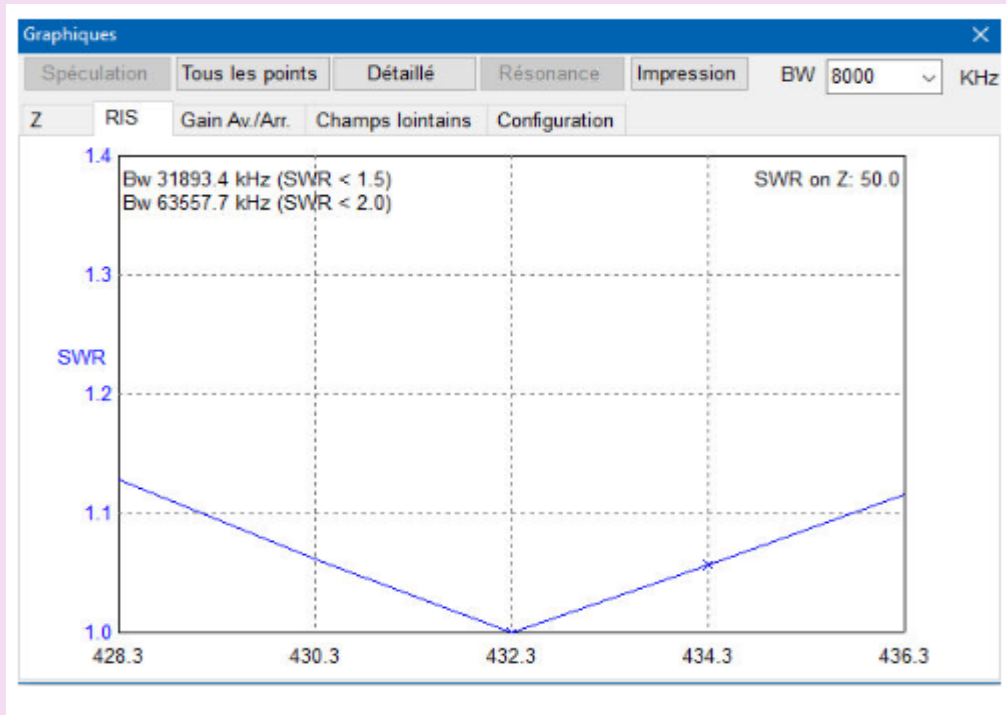


Différences entre les estimations de MMANA (MININEC 3) et 4NEC2 (moteur NEC2).

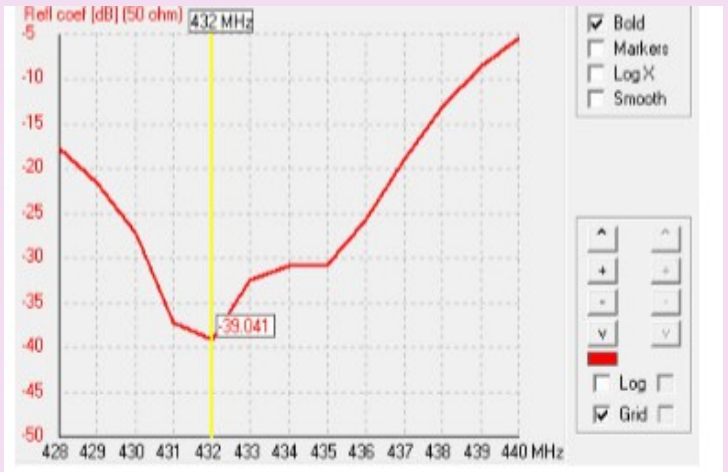
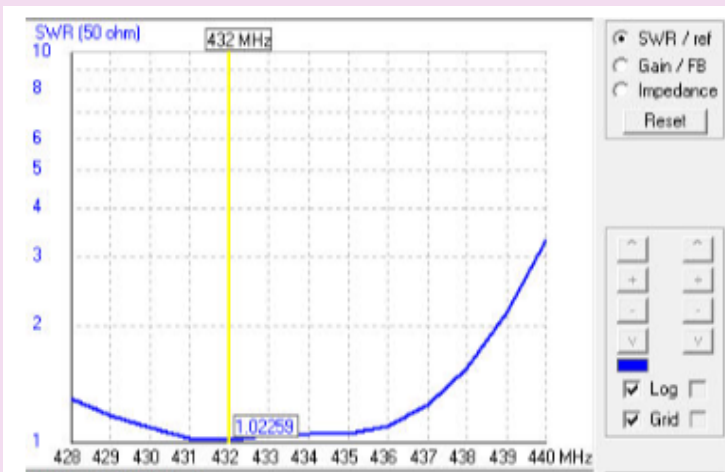
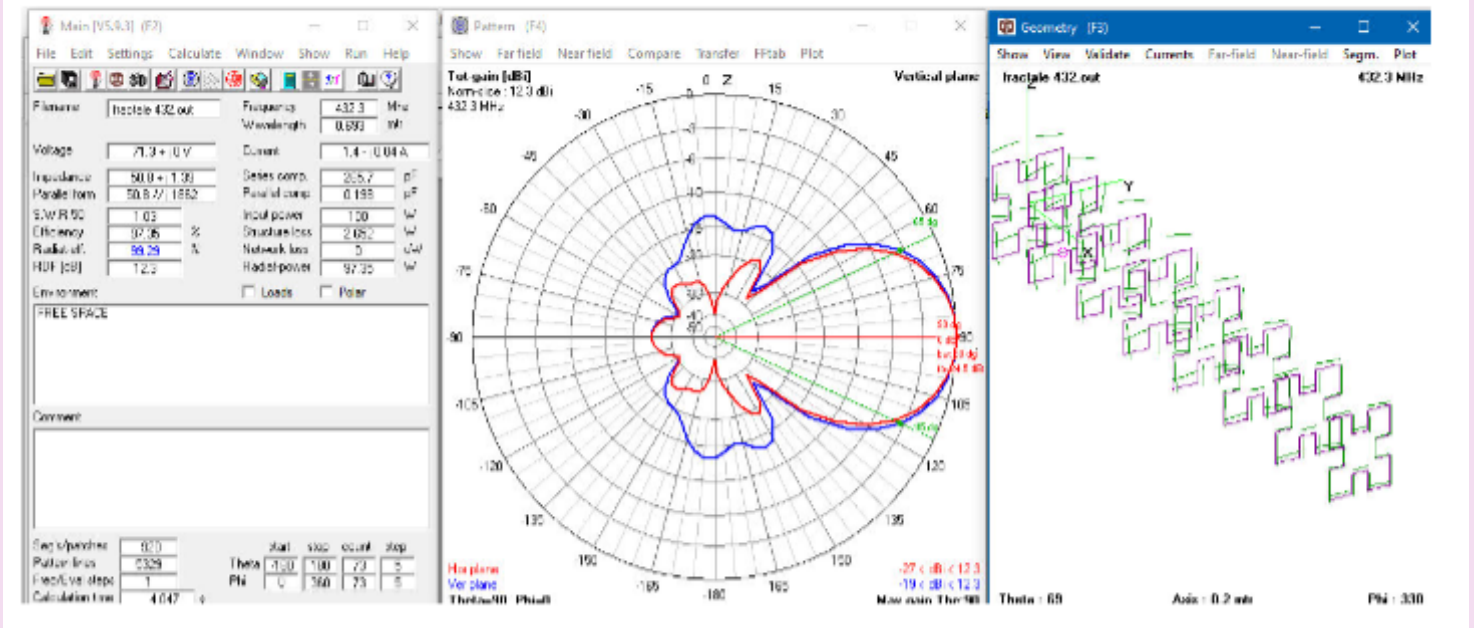
Preons le modèle 8 éléments de MMANA.







Et maintenant le patron 4NEC2



On pourra observer que la bande passante est à peu près la même, le gain idem, mais le rapport F/B (avant/arrière) est un peu différent.

L'on pourra constater également que les courants sont bien dégressifs, de l'élément alimenté vers le dernier directeur, gage d'une optimisation correcte (pas obligatoirement performante, du reste) ...

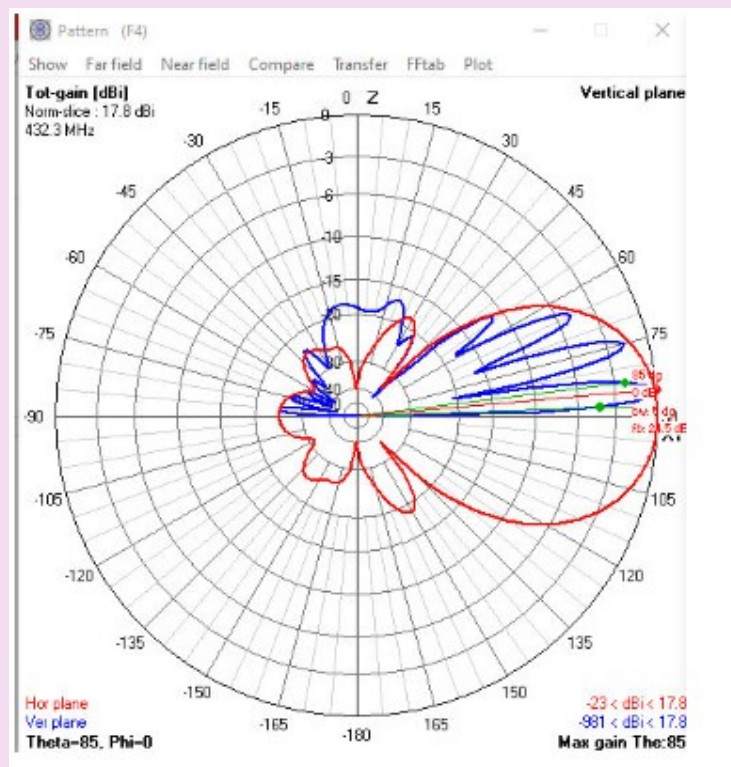
Elevons cette antenne, admettons à 2m de hauteur.

On constatera que l'élévation est à 5° et le gain de 17,8dBi ,

soit 15,65dBd et dans l'espace, 12,3dBi, soit 10,15dBd.

Le gain à 2m de hauteur sur un sol de qualité moyenne par rapport à l'antenne dans l'espace sera donc augmenté de 15,65-10,15 = 5,5dB.

D'après toutes mes simulations faites sur les yagi, quagi, fractales, j'en passe et des meilleurs, le chiffre 5dB d'augmentation, revient le plus souvent. Il n'y a que l'élévation qui diffère significativement selon la hauteur de l'antenne.



Voici d'une part, deux tableau de dimensions concernant les fractales, à base horizontale, calculés d'une part en 28 ohm et d'autre part en 50 ohm, puisqu'après moult essais, j'ai pu voir que les gains et les rapports avant/arrière étaient relativement corrects ... J'avais donc modélisé avec MMANA, puis optimisé puis affiné à l'aide de 4NEC2. (recentré la fréquence de résonance) ..environ 1 MHz d'écart..

Fractales 432.4 mhz itération 1, cotations, fil électrique 2.5mm <sup>2</sup> soit diam 1.8mm.										
Modélisation, optimisation, FSJTM, Serge 05/08/2021										
Dimensions en mètres (4NEC2) dans l'espace. Recalculer pour un autre diamètre.										
Boom de préférence non conducteur.										
L'impédance est de 28 ohm, accordable avec 2 x 1/4 d'onde (x vF) en parallèle pour avoir 50 ohm										
La fractale 1 élé aura un ROS d'environ 1.28:1 par rapport à 50 ohm. Utilisation tel quel.										
Eviter d'emettre avec un ROS supérieur à 1.5:1										
	1 élé	3 élts	4 élts	5 élts	6 élts	7 élts	8 élts	9 élts	10 élts	
a Ref	0.0365	0.0366	0.0366	0.037	0.0367	0.0369	0.0367	0.0367	0.0367	
b Ref	0.055	0.055	0.055	0.0555	0.0551	0.0553	0.0551	0.055	0.055	
a Drv	-	0.0354	0.0356	0.0355	0.0356	0.0356	0.0356	0.0355	0.0355	
b Drv	-	0.0531	0.0534	0.0533	0.0532	0.0534	0.0533	0.0533	0.0533	
a Dir1	-	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347	
b Dir1	-	0.052	0.0521	0.0521	0.0521	0.0521	0.0521	0.0521	0.0521	
a Dir2	-	-	0.0332	0.0337	0.0334	0.0339	0.0337	0.034	0.034	
b Dir2	-	-	0.05	0.0505	0.0501	0.0508	0.0505	0.0511	0.0511	
a Dir3	-	-	-	0.0323	0.033	0.0327	0.033	0.0334	0.0335	
b Dir3	-	-	-	0.0485	0.0496	0.0481	0.0495	0.05	0.0502	
a Dir4	-	-	-	-	0.0318	0.0315	0.0339	0.0329	0.034	
b Dir4	-	-	-	-	0.0477	0.0473	0.0509	0.0493	0.051	
a Dir5	-	-	-	-	-	0.0298	0.0315	0.0315	0.0332	
b Dir5	-	-	-	-	-	0.0446	0.0473	0.0473	0.05	
a Dir6	-	-	-	-	-	-	0.0289	0.0289	0.031	
b Dir6	-	-	-	-	-	-	0.0433	0.0434	0.0466	
a Dir7	-	-	-	-	-	-	-	0.0277	0.0309	
b Dir7	-	-	-	-	-	-	-	0.0416	0.0464	
a Dir8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0318	
b Dir8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0478	
esp_1	-	0.1674	0.209	0.214	0.213	0.2105	0.209	0.2116	0.2088	
esp_2	-	0.3012	0.321	0.319	0.321	0.319	0.319	0.318	0.318	
esp_3	-	-	0.534	0.5426	0.5248	0.54	0.53	0.537	0.54	
esp_4	-	-	-	0.7603	0.7655	0.7615	0.7625	0.7633	0.761	
esp_5	-	-	-	-	0.9872	0.9882	0.9763	0.975	0.971	
esp_6	-	-	-	-	-	1.214	1.174	1.174	1.142	
esp_7	-	-	-	-	-	-	1.472	1.471	1.475	
esp_8	-	-	-	-	-	-	-	1.77	1.703	
esp_9	-	-	-	-	-	-	-	-	2.03	
R (ohm)	63.9	28.1	28.3	28.2	28	28.2	28.1	28.2	28.1	
jX	0.03	0.19	0.25	0.13	0.09	0.34	0.25	0.04	0.23	
ROS (28)	-	1.01	1.01	1.01	1	1.01	1.01	1.01	1.01	
G (dBd)	0.55	7	7.71	8.15	8.85	9.05	9.75	9.85	10.65	
G (dBi)	2.7	9.15	9.86	10.3	11	11.2	11.9	12	12.8	
F/B	-	17.2	21.3	17.8	17.8	23.4	20.2	18.4	21.5	

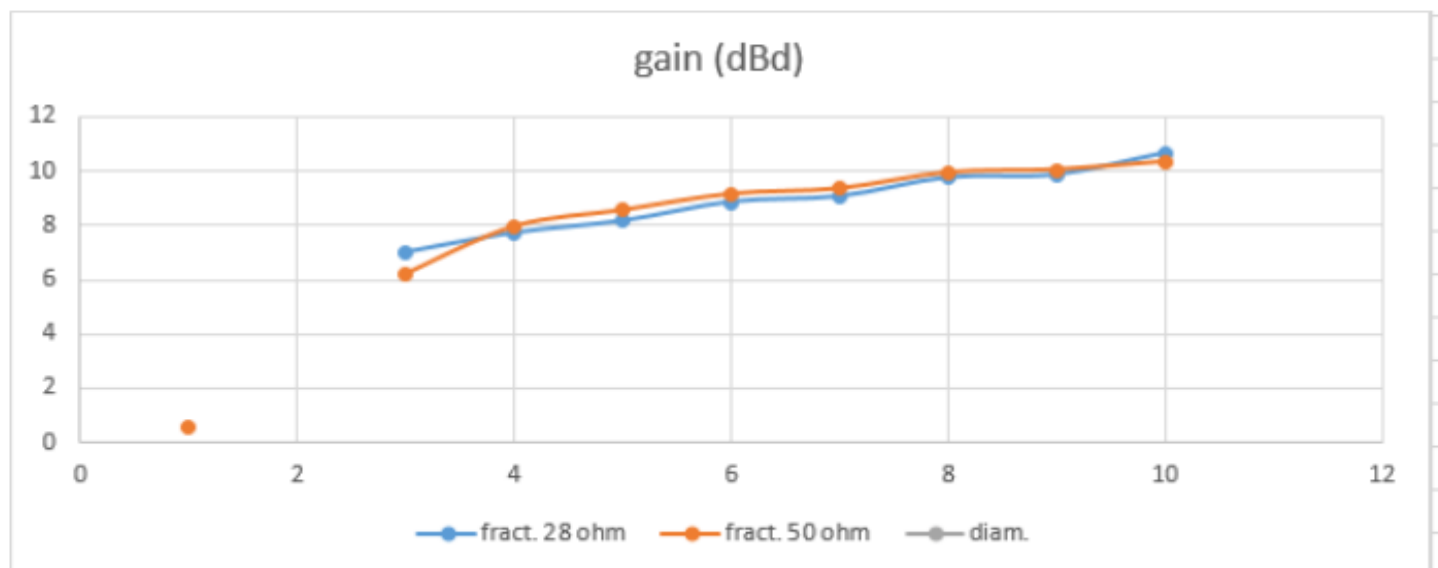
  

Fractales 432.4 mhz itération 1, cotations, fil électrique 2.5mm <sup>2</sup> soit diam 1.8mm.										
Modélisation, optimisation, FSJTM Serge, 05/08/2021										
Dimensions en mètres (4NEC2) dans l'espace. Recalculer pour d'autres diamètres.										
Boom de préférence non conducteur vu la petitesse des carreaux										
L'impédance est de 50 ohm.										
	1 élé	3 élts	4 élts	5 élts	6 élts	7 élts	8 élts	9 élts	10 élts	
a Ref	0.0364	0.0366	0.0362	0.0363	0.0363	0.0364	0.0361	0.0364	0.0364	
b Ref	0.0546	0.055	0.0549	0.0551	0.055	0.056	0.0554	0.056	0.056	
a Drv	-	0.0355	0.0354	0.0352	0.0352	0.0351	0.0351	0.0351	0.0352	
b Drv	-	0.0532	0.0534	0.0531	0.0531	0.0535	0.0536	0.0535	0.0536	
a Dir1	-	0.0334	0.0357	0.0356	0.0356	0.0351	0.035	0.0351	0.0351	
b Dir1	-	0.0502	0.0515	0.0515	0.0514	0.0513	0.0512	0.0513	0.0513	
a Dir2	-	-	0.0356	0.0357	0.0357	0.0365	0.0364	0.0364	0.0363	
b Dir2	-	-	0.0514	0.0515	0.0515	0.0512	0.0511	0.0511	0.051	
a Dir3	-	-	-	0.0345	0.0345	0.038	0.0379	0.038	0.038	
b Dir3	-	-	-	0.0497	0.0498	0.051	0.051	0.051	0.0511	
a Dir4	-	-	-	-	0.0345	0.0387	0.0387	0.0387	0.0388	
b Dir4	-	-	-	-	0.0498	0.05	0.05	0.05	0.05	
a Dir5	-	-	-	-	-	0.0395	0.0395	0.0394	0.0395	
b Dir5	-	-	-	-	-	0.049	0.049	0.0488	0.0488	
a Dir6	-	-	-	-	-	-	0.0386	0.0388	0.0388	
b Dir6	-	-	-	-	-	-	0.0478	0.048	0.0479	
a Dir7	-	-	-	-	-	-	-	0.038	0.038	
b Dir7	-	-	-	-	-	-	-	0.047	0.047	
a Dir8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0373	
b Dir8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0461	
esp_1	-	0.159	0.157	0.157	0.148	0.1624	0.158	0.156	0.1585	
esp_2	-	0.314	0.339	0.337	0.34	0.312	0.313	0.31	0.31	
esp_3	-	-	0.52	0.528	0.52	0.5064	0.507	0.507	0.51	
esp_4	-	-	-	0.71	0.72	0.657	0.6566	0.657	0.654	
esp_5	-	-	-	-	0.888	0.8285	0.828	0.828	0.826	
esp_6	-	-	-	-	-	1.003	1.003	1.003	1.003	
esp_7	-	-	-	-	-	-	1.173	1.173	1.173	
esp_8	-	-	-	-	-	-	-	1.244	1.244	
esp_9	-	-	-	-	-	-	-	-	1.514	
R (ohm)	63.9	47.8	49.5	49	49.7	49.1	49.8	49.1	49.5	
jX	0.25	0.52	0.44	0.25	0.06	0.12	0.1	0.04	0.06	
ROS (50)	1.28	1.05	1.01	1.02	1.01	1.02	1	1.02	1.01	
G (dBd)	0.55	6.2	7.95	8.55	9.15	9.35	9.95	10.05	10.35	
G (dBi)	2.7	8.35	10.1	10.7	11.3	11.5	12.1	12.2	12.5	
F/B	-	24	20.7	21.8	21.4	17.2	35.5	18.2	25.2	

Les courbes vous permettront de choisir, l'antenne la mieux adaptée à vos besoins ...

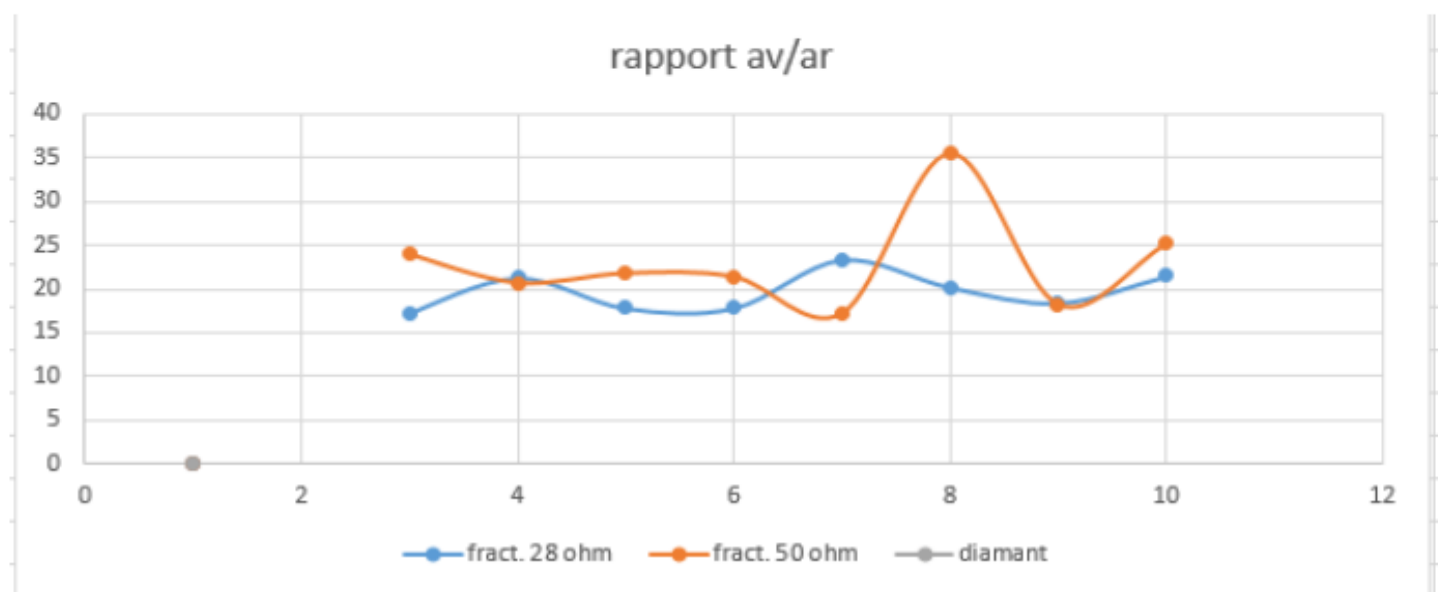
## Comparaison des gains.

Gain (dBd)	1 élt	2 élts	3 élts	4 élts	5 élts	6 élts	7 élts	8 élts	9 élts	10 élts
fract. 28 ohm			7	7.71	8.15	8.85	9.05	9.75	9.85	10.65
fract. 50 ohm	0.55		6.2	7.95	8.55	9.15	9.35	9.95	10.05	10.35
diam.										



## Comparaisons de rapports avant/arrière.

rapport av/ar	1 élt	2 élts	3 élts	4 élts	5 élts	6 élts	7 élts	8 élts	9 élts	10 élts
fract. 28 ohm	0		17.2	21.3	17.8	17.8	23.4	20.2	18.4	21.5
fract. 50 ohm	0		24	20.7	21.8	21.4	17.2	35.5	18.2	25.2
diam.	0									



Pour les angoissés de la précision, voici ce que l'on appelle, le test de convergence.

Il s'agit ici, d'augmenter progressivement le nombre de segments par demi longueur d'onde, dans le logiciel d'analyse, ici, 4NEC2 puis que pratique ... Pour un dipôle simple, 10 segts/demi longueur d'onde (MMANA)

voir -1 (segmentation automatique), et 11 segts, pour le moteur NEC (4NEC2, EZnec), suffisent dans la majorité des cas, sauf si le dipôle est en forme de V inversé ou pas ... alimentation par fil rajouté , ou bien tension source divisée par deux (deux sources).

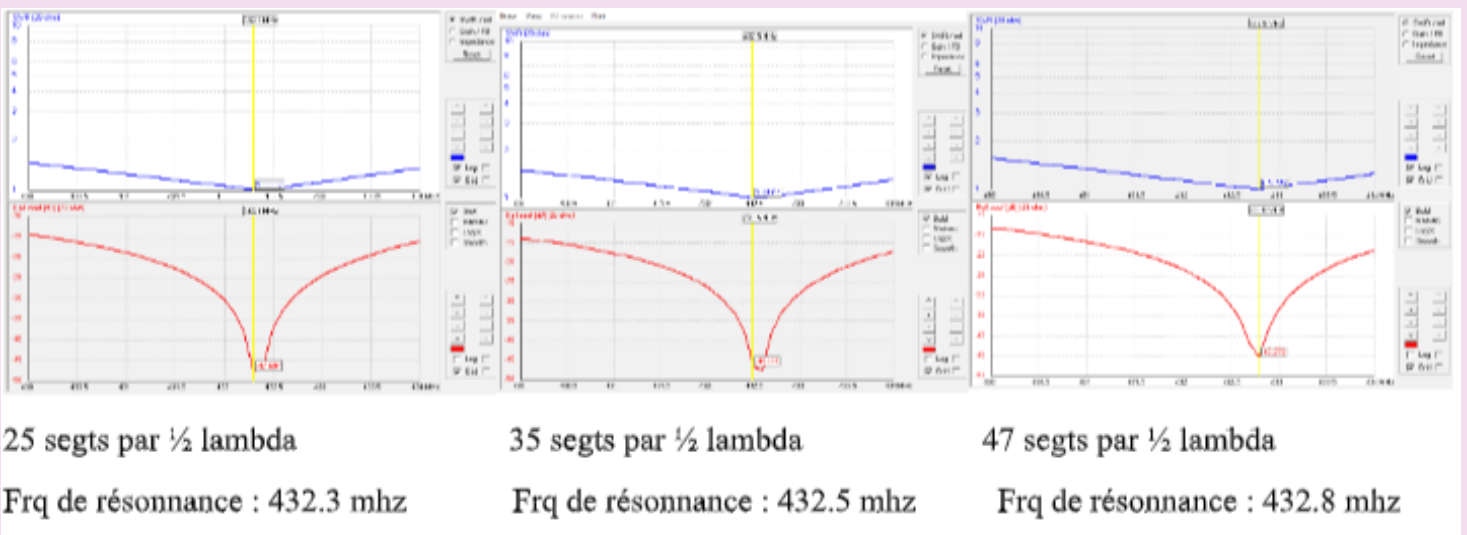
test de convergence pour la fractale 432.3 mhz 10 élts 28 ohm

segts.	gain	av/ar	ROS	R	jX
25	12.8	21.5	1.01	28.1	-j 0.23
27	12.8	21.4	1.01	28.1	-j 0.23
29	12.8	21.4	1.01	28.1	-j 0.23
31	12.8	21.4	1.01	28.1	-j 0.23
33	12.8	21.4	1.01	28.1	-j 0.23
35	12.8	21.4	1.01	28.2	-j 0.25
37	12.8	21.5	1.05	28.6	-j 2.32
39	12.8	21.4	1.09	28.6	-j 2.27
41	12.8	21.4	1.09	28.6	-j 2.28
43	12.8	21.4	1.09	28.6	-j 2.28
45	12.8	21.4	1.09	28.6	-j 2.28

Nous pourrions observer, qu'ici, le ROS et la réactance, changent à partir de 35 segments par demi longueur d'onde.

On pourrait donc considérer que 37 segts par  $\frac{1}{2}$  lambda seraient corrects, mais au détriment du temps de calculs, et surtout en temps d'optimisation. Rien qu'avec MMANA, la 10 élts, prenait plus d'une demi heure en segmentation automatique (-1) ...

Voici ce que cela donne au point de vue fréquence de résonance et bande passante.



L'on pourra mieux voir les courbes, avec le lecteur PDF ou WORD en utilisant la loupe.

Dans les 3 cas, l'antenne est utilisable tel quel, le ROS se situant à moins de 1.5 :1 de ROS (aux extrémités) dans la bande de 430 à 434 mhz ...

Au point de vue dimensions, référons nous au driver (élément alimenté) de la fractale de forme carrée, 10 élts,

28 ohm d'impédance.(en mm).

Pour 25 segts : a\_drv = 35,5      b\_drv = 53,3

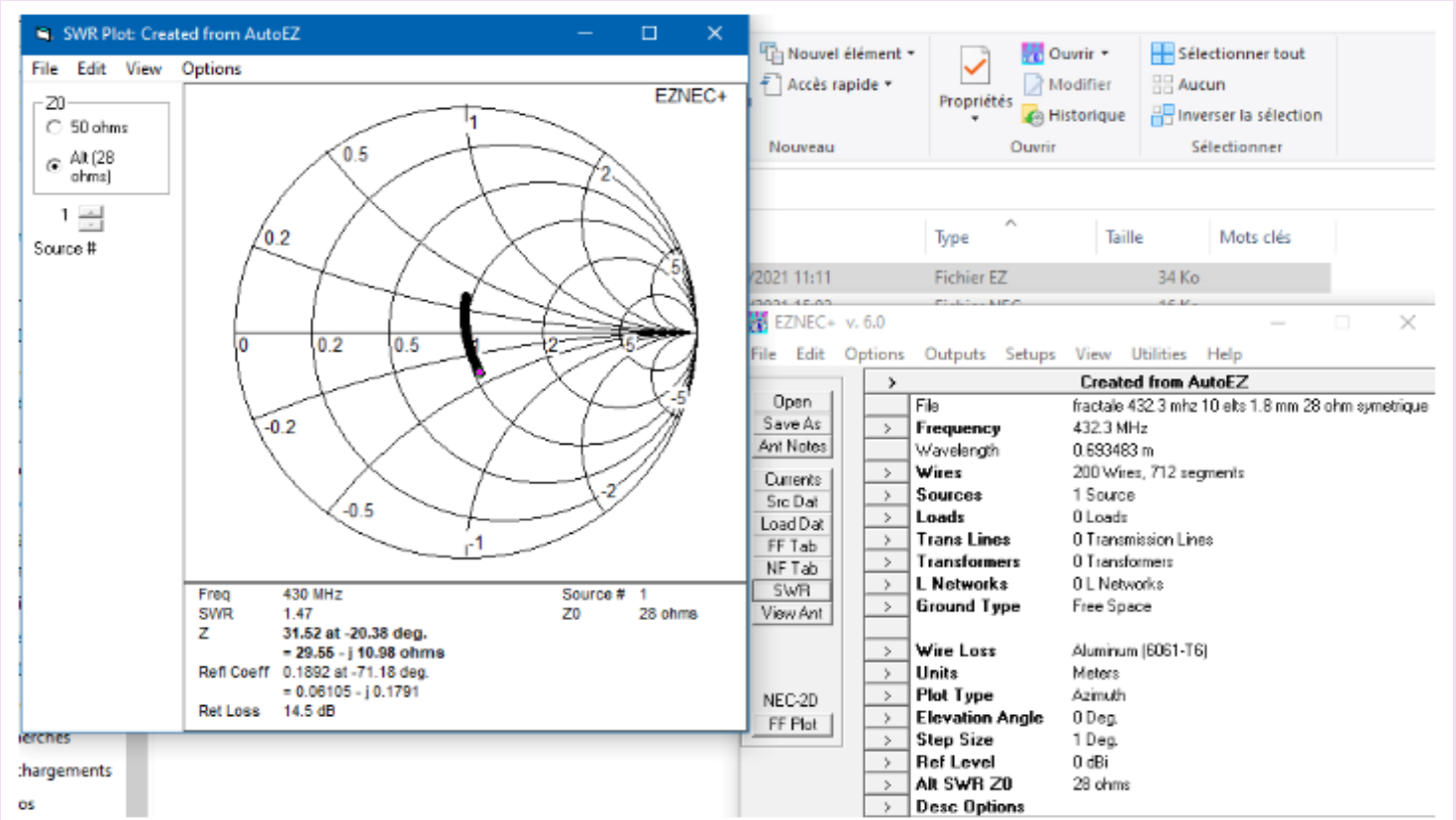
Pour 35 segts : a\_drv = 35,6      b\_drv = 53,3

Pour 47 segts : a\_drv = 35,6      b\_drv = 53,4

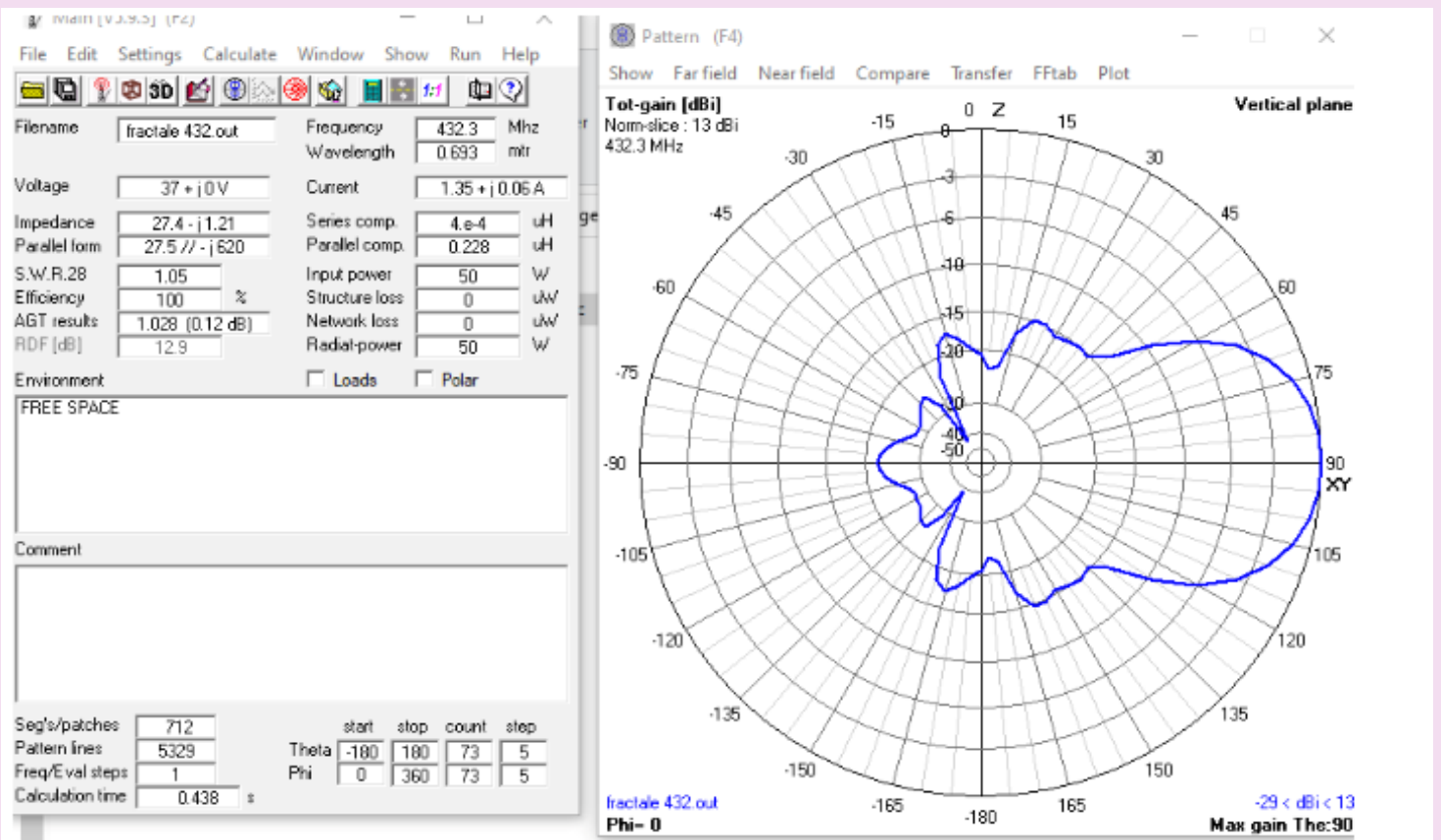
On verra donc, ici, que cela ne diffère qu'à 1/10 ième de millimètre près, ce qui peut être rattrapé lors de la connexion au carreau alimenté à l'aide du coaxial. Pas de quoi fouetter un chat !

# REVUE RadioAmateurs France

Pour les amateurs de diagramme de Smith :



En ce qui concerne l'AGT, le gain moyen, voici ce que dit, 4NEC2 : un AGT de 1.028 ce qui est anormal, puisque dépassant le chiffre de 1 ... L'efficacité étant de 100%, ce qui est rassurant, même si ce ne serait pas totalement exact.



Voici l'AGT vu par EZNEC :

Created from AutoEZ	
File	fractale 432.3 mhz 10 elts 1.8 mm 28 ohm symetrique
> <b>Frequency</b>	432.3 MHz
Wavelength	0.693483 m
> <b>Wires</b>	200 Wires, 712 segments
> <b>Sources</b>	1 Source
> <b>Loads</b>	0 Loads
> <b>Trans Lines</b>	0 Transmission Lines
> <b>Transformers</b>	0 Transformers
> <b>L Networks</b>	0 L Networks
> <b>Ground Type</b>	Free Space
> <b>Wire Loss</b>	Aluminum (6061-T6)
> <b>Units</b>	Meters
> <b>Plot Type</b>	3D
> <b>Step Size</b>	5 Deg.
> <b>Ref Level</b>	0 dBi
> <b>Alt SWR Z0</b>	28 ohms
> <b>Desc Options</b>	

Average Gain = 0.980 = -0.09 dB *Model contains loss*

En bas de l'image, on peut lire, gain moyen : 0.98 ce qui est tout à fait honorable.

Pour plus d'informations, consultez l'aide EZNEC. Dans l'onglet Index, saisissez les mots clés « efficacité » ou « gain moyen » (en anglais, Efficiency et Average gain).

LB Cebik, W4RNL †, a créé quelques directives pour les valeurs de test de gain moyen. En termes de valeur absolue du niveau AGT (dB), les lignes directrices de Cebik sont les suivantes :

[AGT] < 0,2 dB : « Le modèle est considéré comme ayant réussi le test et est susceptible d'être très précis. »

[AGT] < 0,2 dB : « Le modèle est tout à fait utilisable pour la plupart des usages. »

[AGT] < 0,4 dB : « Le modèle peut être utile, mais l'adéquation peut être améliorée. »

[AGT] < 0,8 dB : « Le modèle est sujet à remise en question et doit être affiné. »

AutoEZ est très complet et a d'immenses ressources, voici ce qu'explique l'auteur à propos de l'AGT ...

<https://ac6la.com/aeuse3d.html>

C'est en anglais, mais comme je sais que vous êtes des malins, vous allez utiliser Google Traduction ...

Et pour ceux qui ont de l'arthrite dans les doigts :

<https://translate.google.com/translate?hl=fr&sl=en&u=https://ac6la.com/aeuse3d.html&prev=search&pto=aue>

Si vous êtes sages, le mois prochain, je proposerai des antennes fractales, 50 MHz. Mais faudrait peut être penser à une augmentation de salaire, hein ! lol ....

NB : pour mieux voir les tableaux, vous pouvez utiliser le zoom ou la loupe de votre logiciel.

Mes 73 ...Sergio ... liondemer chez yahoo point com