



ON7WR

# ON7WR

Radio-Club de Waterloo  
LOCAL : entre les n°57 et 59, Avenue du Feuillage  
1420 Braine-l'Alleud  
Compte : BE54 0682 5155 7197  
Cotisation : 15 euros/an



# LA GIGAZETTE

**Sommaire n°176**

**4ème trimestre 2021**

Vœux 2022 .....	P.3
Convocation à l'Assemblée Générale ordinaire .....	P.4
Bilan 2021 .....	P.5
ON4POO - SK .....	P.6
Nouvelle page web on7wr, on7wr.be site historique ..	P.7
Test antennes de vacances / ON4BE .....	P.8
OOØG/MM Communication / ON6WG .....	P.11
La Torreta de Guardamar / ON5JV .....	P.12
L'antenne fractale – (2ème partie et fin) .....	P.15



## ON7WR

### ASBL WATERLOO ELECTRONICS CLUB

#### SECTION UBA WTO

**Local** : entre les n° 57 et 59

Avenue du Feuillage,  
1420 - Braine-l'Alleud

**Siège social de l'ASBL** :

Rue Gaston Dubois, 6  
1428 - Lillois

Compte : BE54 0682 5155 7197

**Réunion** :

Chaque vendredi à partir de 20h15

**Secrétariat** : [on7wr@on7wr.be](mailto:on7wr@on7wr.be)

**Site historique ON7WR** : <http://www.on7wr.be>

**Page web officielle** :

<https://www.on5jv.com/on7wr.html>

#### Conseil d'Administration de l'ASBL.

**Président**: Luc Devillers ON4BE

**Vice-Président** : Patrik Hernaelsesteen ON5AV

**Secrétaire**: Roger Vanmarcke ON4TX

**Trésorier**: Léon Donner ON4ZD

#### Fréquences du club:

145,475 MHz

430,100 MHz + 1,6 MHz, CTSS : 131,8 Hz

(ONØWTO)

433,475 MHz

14,137 MHz durant les vacances

50,441 MHz balise 6m (ONØSIX)

144,800 MHz APRS (ONØWTO-2)

QSO hebdomadaire le mardi à

21h00 sur ONØWTO

#### Image couverture

---

Ce numéro 176 de la Gigazette comprend 28 pages  
recto/verso numérotées de 1 à 28.

## LA GIGAZETTE

Publication trimestrielle de ON7WR  
envoyée gratuitement à tous les membres de  
l'ASBL.

Editeur responsable : ON4BE

Devillers Luc, 17 rue du Dessus, boîte 2  
1420 - Braine-l'Alleud

[on4beshack@gmail.com](mailto:on4beshack@gmail.com)

Rédaction, mise en page :

Georges Wilenski, ON6WG/F5VIF

Les articles destinés à être publiés doivent  
parvenir à [f5vif@outlook.com](mailto:f5vif@outlook.com)

**Note** : Les articles où l'auteur n'est pas  
spécifié sont rédigés par la rédaction.

**Flash-info**: les OM qui veulent recevoir le flash-  
info peuvent s'inscrire par un mail à l'adresse  
suivante : [on7wr@on5av.be](mailto:on7wr@on5av.be)

~Toutes les actualités du club en temps réel~

Page web officielle :

<https://www.on5jv.com/on7wr.html>

MEILLEURS VŒUX

2 0 2 2

Votre président, Luc, ON4BE,  
ainsi que le conseil d'administration du club ON7WR  
et tous ceux qui ont participé à l'élaboration de cette  
Gigazette  
s'associent pour vous souhaiter  
une bonne et heureuse année !

# ASBL Waterloo Electronics Club

## Assemblée Générale Ordinaire

**Le vendredi 11 février 2022 à 21h00**

**Vous êtes conviés à assister à l'assemblée générale ordinaire de l'ASBL qui, si la situation sanitaire et les mesures gouvernementales le permettent, se tiendra à la date précitée en nos locaux :**  
**Avenue du Feuillage entre les n°57 et 59 B-1420 Braine l'Alleud.**

En vue de cette assemblée, vous trouverez ci-dessous le bilan de l'exercice 2021 écoulé, la situation financière de l'ASBL ainsi que le budget prévisionnel de l'exercice 2022.

Toute remarque ou question au sujet de ces postes pourra être faite ou posée au trésorier ON4ZD lors de l'assemblée générale.

Toutes remarques ou questions au sujet de l'exercice financier 2021 peuvent être formulées par e-mail au trésorier ON4ZD [on4zd@uba.be](mailto:on4zd@uba.be).

Les réponses seront apportées lors de l'assemblée générale.

\* \* \*

## Cotisation 2022

Afin de vous acquitter de la cotisation 2022 qui reste inchangée à 15 €, vous trouverez en annexe un bulletin de virement. Rappel du compte à créditer :

IBAN BE54 0682 5155 7197

BIC (Swift) GKCCBEBB

ASBL Waterloo Electronics Club

1428 Lillois-Witterzée

<b>Bilan 2021</b>			
<b>DEPENSES</b>		<b>RECETTES</b>	
Fournitures	206,63	Ventes	25,00
Dépenses réunions	142,75	Recette réunions	363,80
Biens et services divers	219,09	Cotisations	960,00
Licences IBPT	153,72	Dons	155,00
Locaux radio	285,00	Subsides	434,34
Frais banque	30,00	Intérêts banque	0,00
Gigazette	147,71	Autres recettes	0,00
Bibliothèque	261,31		
Autres dépenses	90,00		
<b>TOTAL DES DEPENSES</b>	<b>1.536,21</b>	<b>TOTAL DES RECETTES</b>	<b>1.938,14</b>
<b>SOLDE</b>		<b>401,93</b>	

<b>SITUATION FINANCIERE au 31/12/2021</b>	
Somme sur compte d'épargne	18.007,94
Trésorerie sur compte courant	4.045,05
Espèces en caisse	484,60
<b>Total</b>	<b>22.537,59</b>

<b>Répartition au 31/12/2021</b>	
Recettes	1938,14
Dépenses	1.536,21
<b>Bilan 2021</b>	<b>401,93</b>

<b>BUDGET PREVISIONNEL 2022</b>			
<b>RECETTES</b>		<b>DEPENSES</b>	
Cotisations	1.080,00	Licences IBPT	175,00
Dons	150,00	Locaux	600,00
Ristournes UBA	375,00	Assurances	160,00
Réunions	1.800,00	Bibliothèque	300,00
		Gigazette	180,00
		Fournitures	200,00
		Réunions	1.150,00
		Biens services divers	340,00
		Site Internet	100,00
		Achat matériel radio	200,00
<b>Total recettes</b>	<b>3.405,00</b>	<b>Total dépenses</b>	<b>3.405,00</b>



## ON4POO

Michel, nous a quittés inopinément le 21 novembre



L'accident qui a mené au décès de Michel, nous a surpris et fortement ébranlés. Michel venait nous voir de temps en temps au club, il est souvent venu nous aider ou nous prêter main forte pour le site du Trou du Bois. Il réalisait de très beaux contacts particulièrement en VHF et UHF. Sa disparition laissera un grand vide.

Nos sincères condoléances et nous souhaitons beaucoup de courage,  
à son épouse, ses enfants et petits enfants.



## Introduction

Tout d'abord, merci à Luc, ON4BE de m'avoir confié les clés donnant accès au site web ON7WR. Depuis la disparition de Bernard la page web du radio-club n'était plus mise à jour faute de webmaster. La page créée en PHP au début des années 2000 n'avait pas évolué avec les années. Cette page contenait aussi des vidéos en Shockwave Flash, du code HTML et du Javascript. Il y a quelques temps déjà le système Shockwave Flash est arrivé en fin de vie sur le net pour des raisons de sécurité. Les vidéos ne pouvaient donc plus être vues sur la page. Avec le temps aussi, des liens web étaient devenus obsolètes. D'autres problèmes étaient apparents comme un défaut d'affichage des caractères accentués dans la barre de menus ainsi qu'à quelques autres endroits de la page. Le livre d'or des visiteurs ne fonctionnait plus. Certains fichiers contenant des articles devaient aussi être mis à jour. C'était aussi sans compter sur la mauvaise image qu'une telle page laissait sur l'internaute qui la visitait. Il était urgent donc de rafraîchir cette page laissée à l'abandon. Cependant, bien qu'ayant la capacité de le faire, au départ je ne voulais pas m'impliquer dans cette affaire car je ne savais pas exactement ce que j'allais y trouver.

## on7wr.be devient page web « historique » du radio-club de Waterloo

Dans le même temps, Jean, ON5JV, avait développé sur son site web une très belle page de construction professionnelle consacrée au club ON7WR. Voyant que Jean tenait cette page régulièrement à jour, c'est tout naturellement que l'idée est venue d'en faire la page officielle du radio-club. Jean était tout à fait d'accord. Merci aussi à Luc, notre président, qui a tout de suite adhéré au concept. Mais quid de l'ancienne page ?

C'était dommage de la supprimer car elle est le souvenir de quelques uns d'entre nous qui ont collaboré chacun à sa manière à l'activité du club. Le design de la page évoque aussi le souvenir de son créateur. Il y a les liens qui mènent aux originaux de l'histoire du club, des liens qui mènent à des OM SK et que l'on regrette, des galeries de photos d'activités du passé... En y pensant, c'est le mot souvenir qui revient à chaque fois. En faire une page « mémorial », oui une page « historique ». Cette page prenait dès lors une toute autre valeur et un tout autre intérêt. De cette façon aussi le nom de domaine était conservé.

Et l'action est double car, ce faisant, l'internaute va automatiquement chercher la nouvelle page actuelle où il trouvera les dernières actualités du club mises à jour en temps réel.

## on7wr.be site « historique », à propos des mises à jour

Les corrections ont maintenant été apportées à la page sans toucher au design qu'il fallait conserver. L'affichage du texte est maintenant correct. Les liens qui menaient aux plans d'accès ont été rétablis. Les liens obsolètes ont été remplacés lorsque de nouveaux liens existaient, là où il n'existait plus de liens ceux-ci ont été supprimés. Cependant, dans le menu, certains liens menant à des pages OM devenues obsolètes ont été, pour l'instant, volontairement laissés, par respect et en souvenir de ces OM. Là où il n'y a plus de lien existant, celui-ci a été supprimé mais l'indicatif a été laissé apparent. La vidéo en Shockwave Flash (\*swf) apparaissant à l'ouverture de la page a été « récupérée » puis transformée en \*webm et \*mp4. Elle est à nouveau active. La présentation de certaines pages laissait à désirer et un lifting a été effectué mais toujours en conservant le design d'origine. Un lien bien visible amenant à la page web officielle a été ajouté. Il reste encore un peu de travail notamment concernant la récupération des images des vidéos \*swf. Un dossier contenant toutes les mises à jour, modifications et récupérations, sera ajouté sur le site pour le webmaster qui me succédera.

Page web « historique » ON7WR : <https://on7wr.be/> (gérée par Georges, ON6WG)

Page web officielle ON7WR : <https://www.on5jv.com/on7wr.html> (gérée par Jean, ON5JV)

# Test antennes de vacances 2021

par ON4BE

Pour gagner de la place dans ma caravane, ma station est montée dans un rack cubique orientable qui permet de n'occuper la place que d'une personne, pourtant il comporte 1 alimentation à découpage, 1 haut parleur, un FT-897, un coupleur LDG spécial FT-897, un coupleur FC-707 Yaesu, un coupleur symétrique Annecke, 1 paddle Kent, un micro dynamique, 1 télécommande pour synchronisation antenne Codan / Yaesu (Fig.1).



Fig.1

Les années précédentes, j'ai utilisé l'antenne mobile Codan modifiée. La modification consiste à rallonger le fouet d'origine par des morceaux en acier cuivré qui proviennent d'antennes para-commando armée Belge 1950/1960. Ces morceaux en acier cuivré, qui se vissent les uns sur les autres, permettent d'aller sans trop de risques jusque 6m de hauteur (au lieu des 1,50 m d'origine).

Sur 7 MHz la différence entre cette antenne modifiée et celle d'origine est de + 2 points S. La longueur du brin ne peut pas dépasser le quart d'onde de la fréquence la plus élevée.

Exemple : j'utilise le 14MHz et le 7 MHz, le brin ne peut pas dépasser 4 ou 5 mètres.

Si je n'utilise que le 7 MHz et le 3,5 MHz, la longueur du brin ne peut pas dépasser 10 mètres.

J'ai construit une télécommande (**Fig.2**) qui gère le FT-897 en synchronisation avec le coupleur incorporé dans l'antenne Codan (**Fig.3**). Cela a déjà paru dans la Gigazette.



Fig.2



Fig.3

ON5EG m'avait dit déjà plusieurs fois d'essayer une antenne Lévy courte pour les liaisons en vacances. Mon emplacement de camping fait environ 10m sur 8m.

ON5HQ dit dans ses articles que l'on peut facilement faire fonctionner avec de bons résultats une Lévy sur une fréquence 2x plus basse que la longueur d'onde pour laquelle la Lévy a été conçue.

J'opte donc pour 2 x 5 m d'antenne, descente en twin 300 ohm (**Fig.4 & 5**).

J'utilise les mâts empilables de l'armée (**Fig.4 & 5**), en polyester, que l'on trouve dans les bourses d'amateur +/- 6m de hauteur.

Un switch d'antenne Daiwa me permet de passer rapidement de la Codan à la Lévy (**Fig.5**).

La Lévy est accordée avec un coupleur Annecke, via twin 300 ohm. Les 2 antennes seront utilisées en 40 et 20m.



Fig.4



Fig.5

**Conclusions :**

Bien que trop courte, la Lévy a eu un excellent comportement sur 40m.

En réception, en général, la Lévy était un peu supérieure dans 90 % du temps. Et pour 10 % du temps c'était la Codan. La Lévy avait régulièrement 1 point S de plus.

En général, mes correspondants en Belgique ont eu une préférence pour la Lévy, surtout ON5TA.

\* \* \*

**Vous pouvez télécharger cette Gigazette et retrouver toutes les actualités du club ON7WR en temps réel**

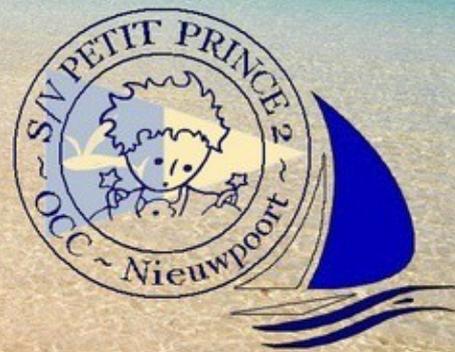
**Page web officielle : <https://www.on5jv.com/on7wr.html>**

# OOØG/MM

## en Méditerranée (suite)



Saison 2021  
Île de Porquerolles



Retrouvez les aventures de Petit Prince 2 et sa station OOØG/MM, saison 2021, au lien ci-après :  
<https://on6wg.pagesperso-orange.fr/Voilier%20Petit%20Prince%202.html>

73 à tous et bonne année 2022 !

# La Torreta de Guardamar

par ON5JV/EA5HZB

La Torreta de Guardamar est la plus haute structure du territoire de l'Union Européenne, elle se trouve dans la province d'Alicante et est visible à des kilomètres. Elle est aussi connue sous le nom de Tour des Américains. Elle est plus haute que la Tour Eiffel avec ses 370 mètres de hauteur, malgré qu'à l'entrée du domaine militaire il y ait un panneau indiquant une hauteur allant jusqu'à 380 mètres. Sa hauteur totale atteint 475 mètres par rapport au niveau de la mer.

L'antenne de Guardamar doit son surnom de Tour des Américains à son origine américaine. Elle a été construite en 1962, pendant la guerre froide et dans le cadre des accords conclus par Franco avec les États-Unis.



Elle appartient maintenant à la marine espagnole et a pour fonction la transmission des télécommunications aux sous-marins immergés de l'Arsenal de Carthagène.

L'installation de la base militaire est destinée à un usage partagé avec la base navale de Rota, une autre des installations militaires découlant de ces pactes hispano-américains, et d'où l'émetteur est contrôlé.

Cette gigantesque antenne est située dans la région d'El Moncayo et a été initialement gérée par l'armée américaine. Après les années 90 et la guerre du Golfe, l'antenne est passée aux mains de l'armée espagnole qui a appelé la base « Camp Santa Ana ».

L'antenne est de construction triangulaire : un long mât haubané avec des ancrages de câbles en acier au sol, une largeur d'environ 3 mètres et un ascenseur au centre pour l'accès aux techniciens de maintenance. L'ascenseur est hors service depuis plusieurs années !!!!

Elle est identifiée comme « Radio Estación Naval - Antena LF 380 metros - Guardamar ».



Le Ministère de la Défense protège le site de l'antenne des visites, bien qu'il y a quelques années plusieurs visites ont été organisées en maintenant des mesures strictes de sécurité.

La structure est visible à des kilomètres comme une ligne verticale qui coupe l'horizon.

Cependant, il n'est pas possible de s'en approcher puisque la Marine dispose d'un périmètre de sécurité clôturé entre des forêts de pins sur trois kilomètres et une superficie de près de 630 000 mètres carrés.

Sa fonction est de contrôler le trafic maritime, et en particulier celui des sous-marins. C'est précisément la raison pour laquelle elle est si élevée, bien qu'en fait il aurait été intéressant qu'elle soit encore plus élevée. Pour réaliser des télécommunications à longue portée, de hautes structures sont nécessaires pour faciliter la communication, mais à une certaine hauteur, cela devient techniquement difficile à entretenir.

La station fonctionne sans interruption 24 heures sur 24 tout au long de l'année et emploie environ 30 personnes, principalement des militaires. Grâce à des antennes telles que la Torreta de Guardamar, les sous-marins n'ont pas besoin de remonter à la surface pour recevoir les signaux codés, ce qui rend par conséquent leur détection plus difficile. La base est située à environ 64 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 1,4 kilomètre de la côte.

À l'intérieur des installations, la station dispose d'un émetteur de 500 kW pour [des fréquences comprises entre 100 et 200 kHz](#).

La Torreta de Guardamar est une structure bien connue dans la région. Son installation a donné un coup de pouce à l'économie locale et sa construction a réveillé des légendes telles que les Amérindiens étaient immunisés contre le vertige et que ce sont eux qui ont terminé les zones les plus élevées. Quelques histoires qui n'ont aucun fondement mais reflètent l'intérêt qui a été généré par la Torreta de Guardamar, une immense antenne dont le but de la fonction se situe dans la mer.

C'est grâce à Manolo, EA5LR (ex-EA5CAD), Président du Radio-Club local EC5RKT, et ses bonnes relations avec la Base Navale de Valence, que nous avons eu le privilège de visiter ces installations avec quelques membres du club en juin 2019.

Durant la visite, nous étions bien sûr encadrés par quelques militaires et n'avions pas eu droit à prendre des photos. Néanmoins une photo du groupe, à la base de l'antenne et prise par un des militaires a été autorisée en souvenir de cette journée mémorable. Sur la photo on peut voir les trois gros isolateurs à la base de l'antenne et les deux anneaux qui servent à l'induction pour alimenter l'ampoule qui domine à 370m.

La journée s'est terminée par un agréable dîner au Club Nautico de Torre Vieja.



Quelques photos sur notre site :

<https://www.on5jv.com/torreta-de-guardamar.html>

À voir aussi le Radio-Club EC5RKT sur :

<https://www.on5jv.com/radioclub-torre vieja2.html>

\* \* \*

# L'antenne fractale

(2ème partie et fin)

Une idée développée par un radioamateur  
avec bien plus d'applications de communication que le titre ne le suggère.

## Les antennes fractales offrent des avantages (extraits d'un article de Tom Vernon)

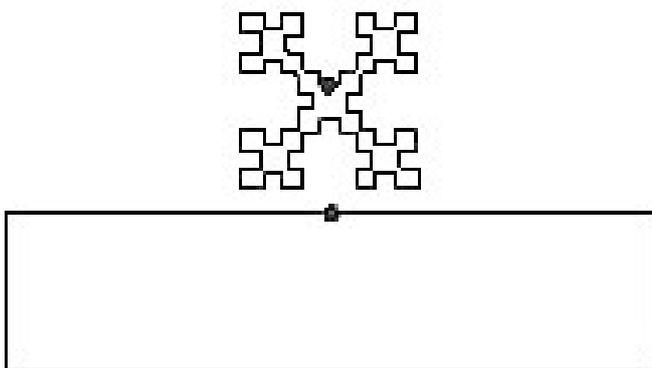
Depuis qu'elles ont été décrites pour la première fois par le mathématicien français Benoît Mandelbrot au milieu des années 1970, les figures géométriques répétitives appelées fractales ont fasciné les informaticiens, les mathématiciens et les graphistes.

Ces "courbes brisées" ont été utilisées pour expliquer des phénomènes naturels tels que la foudre, les amas galactiques et les nuages. De nombreux schémas de compression d'images informatiques sont basés sur des fractales. Jusqu'à récemment, cependant, il y a eu peu d'applications matérielles de la géométrie fractale.

Les antennes fractales et les matrices fractales sont des exceptions notables.

Une antenne à éléments fractals, est une antenne qui a été façonnée de manière fractale, soit en pliant ou en façonnant un volume, soit en introduisant des trous. Ils sont basés sur des formes fractales telles que le triangle de Sierpiński, l'arbre de Mandelbrot, la courbe de Koch et l'île de Koch. L'avantage des antennes à éléments fractals, par rapport aux conceptions d'antennes conventionnelles, est centré sur la taille et la bande passante.

N.D.L.R. L'antenne satellite plate 10 GHz présentée en images dans la 1ère partie de cet article est un exemple typique d'arbre de Mandelbrot.



Une comparaison schématique d'une boucle fractale, en haut, et d'un dipôle replié, en bas, révèle un rétrécissement radical à gain égal. Cette boucle fractale résonnante a un rendement de près de 95 % avec une bande passante de 7 %.

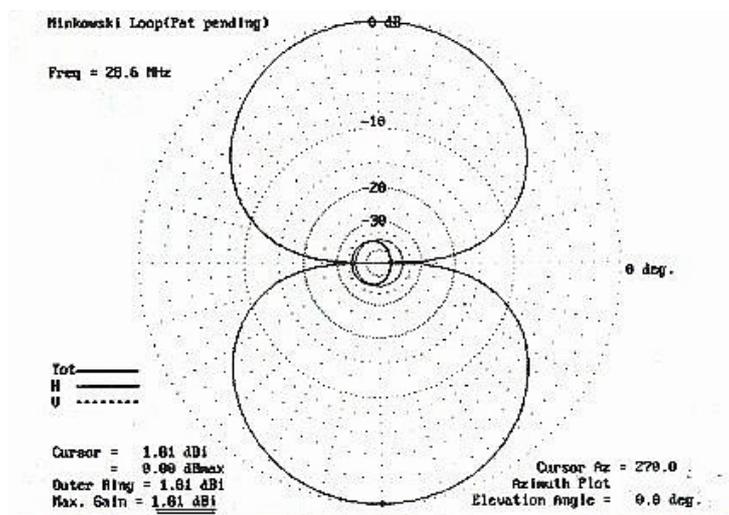
La taille peut être réduite de deux à quatre fois avec de surprenantes bonnes performances. La performance multibande est à des fréquences non harmoniques, et à des fréquences plus élevées, l'antenne à éléments fractals est naturellement à large bande. La polarisation et le phasage des antennes à éléments fractals sont également possibles. La théorie du fonctionnement des antennes fractales est imprégnée de mathématiques, mais dans sa forme la plus élémentaire, elle se résume à ceci : pour qu'une antenne fonctionne bien à toutes les fréquences, elle doit satisfaire à deux critères : elle doit être symétrique par rapport à un point, et elle doit être auto-similaire, c'est-à-dire avoir la même apparence de base à chaque échelon, elle est alors fractale.

Dans de nombreux cas, l'utilisation d'antennes à éléments fractals peut simplifier la conception de circuits, réduire les coûts de construction et améliorer la fiabilité. Étant donné que les antennes à éléments fractals se chargent automatiquement, aucune bobine d'accord d'antenne ni aucun condensateur n'est nécessaire. Souvent, elles ne nécessitent aucun composant d'adaptation pour obtenir des performances multibandes ou large bande.

Une grande partie de la fabrication et de la recherche sur les antennes fractales est effectuée par Fractal Antenna Systems Inc., une entreprise privée avec des installations de fabrication à Fort Lauderdale, Floride, et par les laboratoires de recherche et de développement de Belmont, Mass.

La société détient les brevets clés actuels et à venir sur la technologie. Son fondateur, le Dr Nathan Cohen (W1YW), est professeur de sciences appliquées et de télécommunications à l'Université de Boston.

Bien que la société ne fabrique pas activement d'antennes pour la radiodiffusion, Fractal Antenna Systems fait beaucoup de travail personnalisé et accueille toutes les demandes. En plus de la bande passante accrue offerte par les antennes à éléments fractals, la taille réduite peut être une considération importante pour les stations de diffusion lorsque l'esthétique ou la charge due au vent sont des considérations importantes.



Les antennes fractales existent depuis longtemps, bien qu'elles n'aient pas été consciemment conçues comme telles. Les antennes log périodiques sont de nature fractale. Bien qu'elles existent depuis plus de 40 ans, leur comportement n'était pas complètement compris jusqu'à ce que les techniques fractales soient appliquées.

Le diagramme de rayonnement dans l'espace de la boucle de la figure précédente a la forme de celui d'un dipôle avec des pertes négligeables par rapport au dipôle.

Radioamateur, habitant un appartement à Boston avec des limitations d'espace, Cohen a assemblé la première vraie antenne à éléments fractals en 1988 pour travailler la bande amateur de 2 mètres. Il a ensuite construit un dipôle fractal sur 10 mètres et a travaillé des dizaines de stations en Europe avec 1 watt. Cohen a rendu compte de ses conclusions lors d'une convention ARRL en 1994 et a publié le premier article sur les antennes à éléments fractals en 1995.

Des chercheurs universitaires ont confirmé ses découvertes et les investigations sur les antennes à éléments fractals se poursuivent en Pennsylvanie, UCLA et UPC en Espagne.

Tom Vernon ~ Radio World, September 1, 1999 (Tom Vernon est consultant multimédia)

<http://customers.hbci.com/%7Ewenonah/cfa/fractal.htm>

<http://www.antlab.ee.ucla.edu/~johng/fractal.html>

<http://www.fractenna.com/>

Trad. ON6WG/F5VIF

## Exemple concret dont on peut s'inspirer pour réaliser une antenne fractale sur d'autres bandes

Extraits de l'excellent article de F3DD dont la référence est donnée à la fin.

### ANTENNE FRACTALE F3DD 14 MHZ

#### LES AVANTAGES DES FRACTALES

Selon les mathématiciens qui ont développé des thèses sur les antennes fractales il ressort les conclusions :

- Grande Réduction de taille.
- Un meilleur rendement.
- Possibilité de large bande.
- Directivité accrue et meilleure ouverture ( due` probablement à un angle réduit en élévation et meilleure surface de captation.
- Elles se prêtent bien à un raccourcissement entre éléments ( intéressant pour piloter les 2 éléments avec le système N7CL).

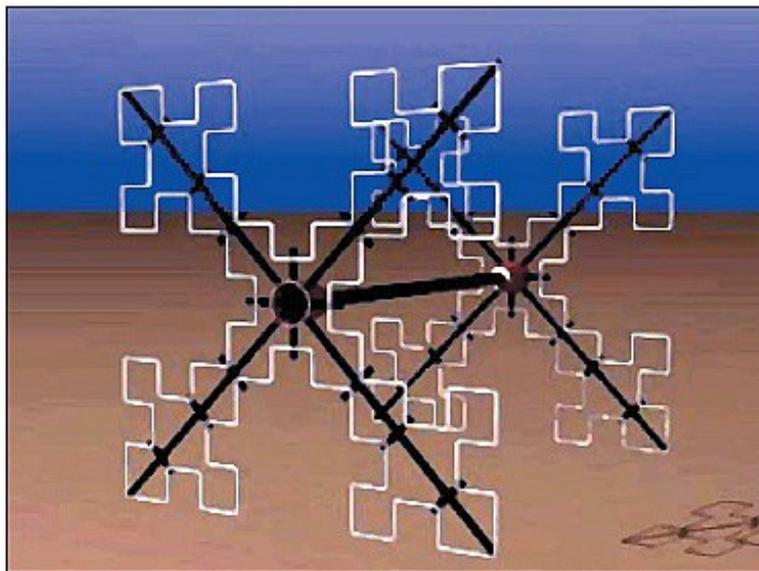


Figure 11 : La quad deux éléments pour la bande 10 mètres conçue par N. Cohen N1IR.

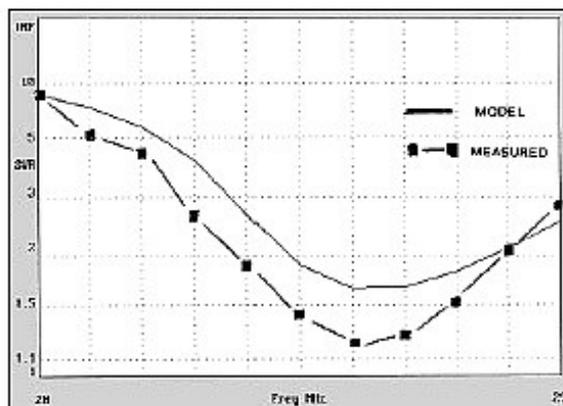


Figure 12: TOS calculé et mesuré.

Elle mesure 1,5 x 1,5 mètres sans perte d'efficacité par rapport à la version non fractalisée. Elle n'a pas besoin de circuit d'adaptation et son impédance est de 50 ohms. On peut donc l'alimenter directement avec le câble coaxial.

## 2 ÉLÉMENTS PILOTÉS / la N°1 : 7 dB (double dipôle) / la N°3 : 10 dB (quad)

DESCRIPTION PHYSIQUE DE L'ANTENNE N°1 ( double dipôle, éléments en cuivre avec 2 itérations)

Si les antennes fractales, se sont développées dans les très très hautes fréquences, Nathan Cohen, W1YW ex N1IR, un des créateurs et pionnier dans le développement de ces antennes, nous a donné un bel exemple de sa quad 2 éléments sur 28mhz avec deux itérations (image ci-dessus).

Comment gagner en dimension sans perdre les qualités de l'antenne : en HF, la « fractalisation » des éléments limitée à 1 ou 2 itérations le permet. Voir à ce sujet les courbes de Koch et l'étude de Nathan sur la « fractalisation » d'un dipôle.

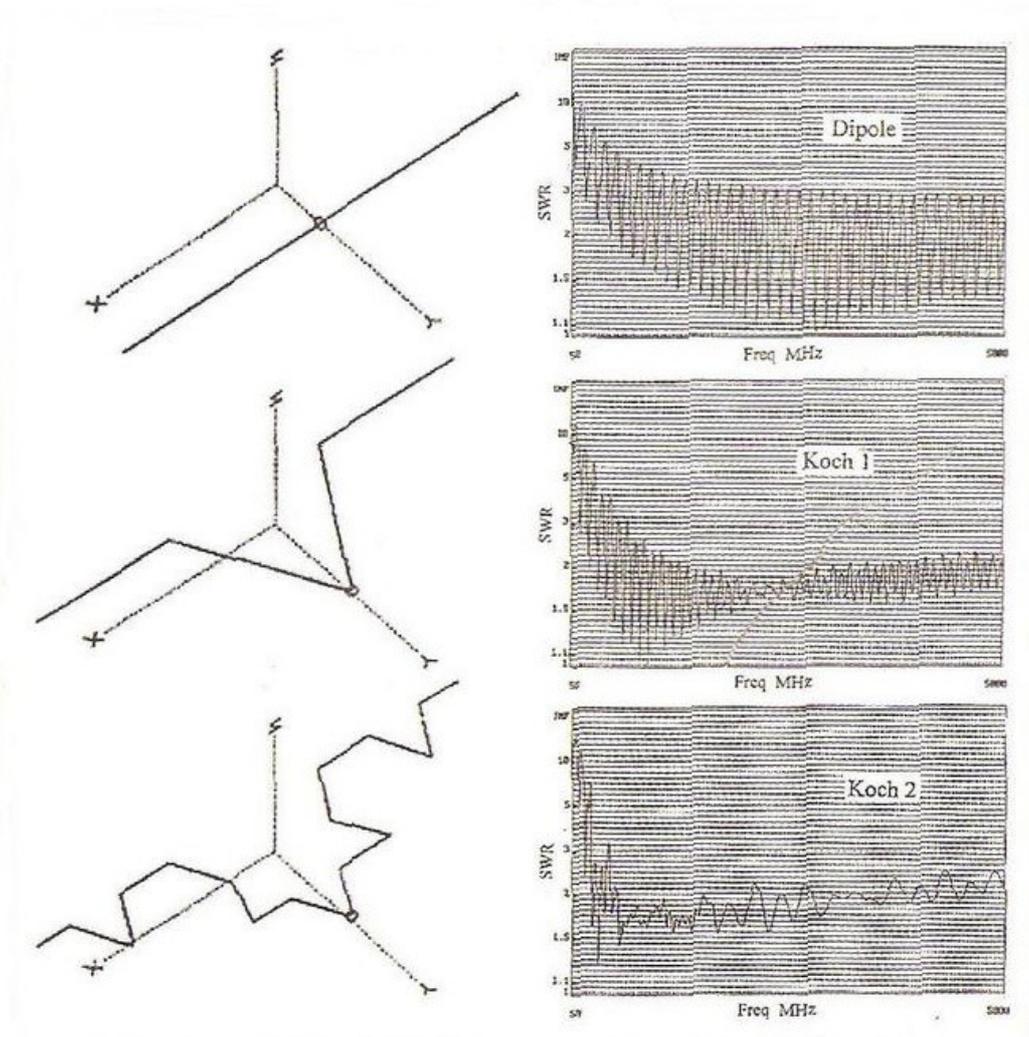
Avec deux itérations , nous réduisons l'antenne de plus de 40 % sans altérer les résultats.

Pour la construction des éléments : (Pour l'expérimentation prototype : tubes de cuivre) .

Les éléments de mon antenne sont isolés du boom, soit une grande différence avec la HB9CV, tout à la masse.

Pour la forme, pour les deux éléments : Dipôle « fractalisé » à 2 itérations.

En règle générale, la fractale comporte plusieurs itérations. En se limitant à deux itérations, on conserve une bonne bande passante et son fonctionnement possible en résonance sur d'autres fréquences tout à fait exploitables.

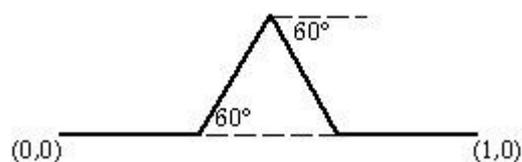


Fractalisation d'un dipôle réalisée par Nathan Cohen N1IR

## CONSTRUCTION DE L'ANTENNE N°1 (DOUBLE DIPÔLE) / UN PETIT RÉSUMÉ EXPLICATIF

Vous ne trouverez pas beaucoup de descriptifs, car le boom extraordinaire de ces antennes pour les hyperfréquences sont encore sous la garde des brevets mais pour nous, radioamateurs, en HF, avec des motifs répétitifs pour 1 ou 2 itérations, les formules sont accessibles et avec la méthode expérimentale et nos instruments de mesure classiques, on y arrive et on découvre des caractéristiques super intéressantes.

Je me suis lancé sur la « fractalisation » du dipôle, et après cette construction de deux éléments pilotés, je ferai une quad fractale (2 itérations) 20 m à 2 éléments pilotés, mais sur 14.200 Mhz.



### Bien comprendre pour bien réaliser y compris SANS LES FORMULES

La première itération de la courbe de Koch consiste à prendre quatre copies du segment d'origine, chaque échelle à un rapport de 1/3.

Deux segments avec un angle de 60° tournés dans le sens des aiguilles d'une montre selon les formules ci-dessous :

$$f_1(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} 0.333 & 0 \\ 0 & 0.333 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

échelle de rapport

$$f_2(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} 0.167 & -0.289 \\ 0.289 & 0.167 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0.333 \\ 0 \end{bmatrix}$$

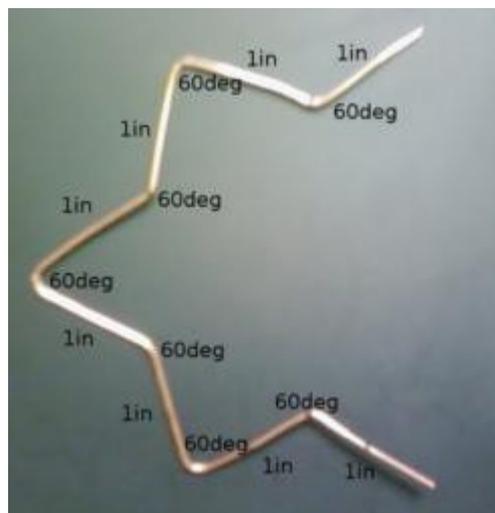
échelle r rotation by 60°

$$f_3(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} 0.167 & 0.289 \\ -0.289 & 0.167 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0.500 \\ 0.289 \end{bmatrix}$$

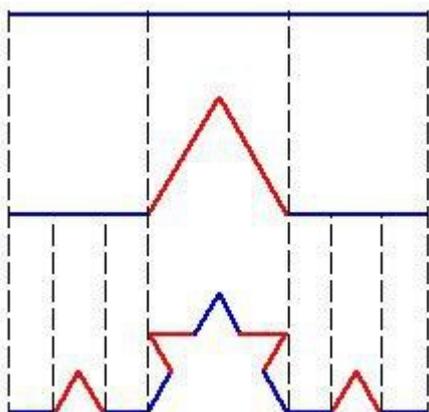
échelle r rotation by -60°

$$f_4(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} 0.333 & 0 \\ 0 & 0.333 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0.667 \\ 0 \end{bmatrix}$$

échelle de rapport r



### LA MÉTHODE POUR « FRACTALISER »



Commencez par la ligne droite du dipôle (le segment bleu dans la figure ci-contre). La diviser en trois segments égaux et remplacer le segment du milieu par les deux côtés d'un triangle équilatéral de la même longueur que le segment qui a été supprimé (les deux segments rouges dans la figure du milieu). Maintenant, répétez, en prenant chacun des quatre segments qui en résulte, en les divisant en trois parties égales et en remplaçant chacun des segments du milieu par deux côtés d'un triangle équilatéral (les segments rouges dans la figure du bas). Continuer cette construction, et on peut continuer comme cela....infini hi !

$$\sum_{k=1}^4 r^{\alpha} = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\log(1/4)}{\log r} = \frac{\log 4}{\log 3} = 1.2619$$

Nous sommes en présence d'une figure hyperbolique avec des similitudes de rapport  $r < 1$  et si nous appelons "d" l'architecture du dessin unique qui ne varie pas nous obtenons la formule ci-dessus.

Quelque soit le rapport, nous avons toujours le même dessin, cette similitude répétée est une des constantes des fractales.

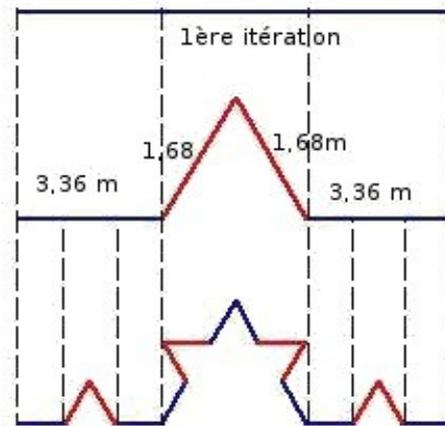
Cette figure de Koch a des caractéristiques de forme fixe : angle de 60°  
 F l'architecture  
 F --- > F-F+F

**PASSONS A LA CONSTRUCTION PHYSIQUE DE L'ANTENNE : PREMIERE ITERATION**

J'ai choisi pour le dipôle la fréquence centrale :  
 14.150 Mhz  $L = 142,5/14,15 = \text{Long} = 10,08\text{m}$

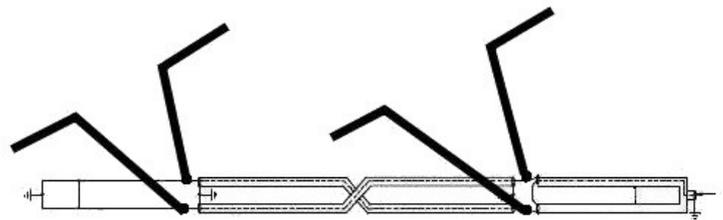
Il en résulte le dessin ci-contre.

Nous avons un élément de 8,40m au lieu de 10,08 m  
 c'est appréciable. Certains OM peuvent réaliser la  
 2 éléments avec seulement une itération, comme  
 sur cette vue :



**2 éléments à 1 itération**

Utiliser des tubes de cuivre de 22/20 et une cintrouse  
 pour couder à 120° ou 60° selon le sens.  
 Pour couder il faut bien chauffer le tube au préalable.



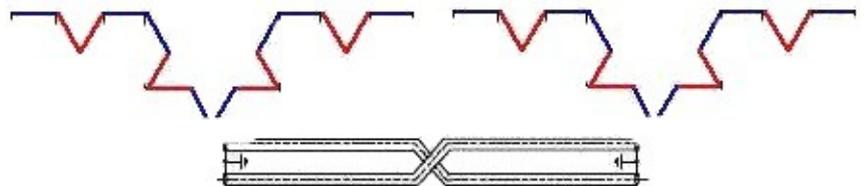
**2 éléments à 2 itérations**

Nous avons dans ce cas un dipôle dont la longueur est inférieure à 7m, sans perdre d'efficacité, ce qui est  
 important, et peut résoudre des problèmes de place pour bon nombre d'entre nous.

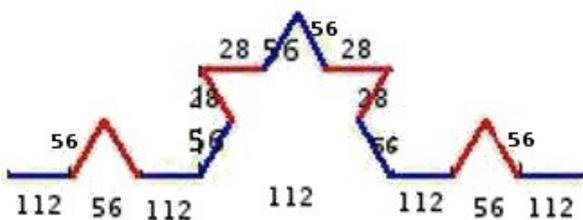
**Calcul de la longueur des brins  
 2ème itération**

Fréquence 14.150  
 Long normal d'un dipôle: 1008 cm  
 largeur apres fractalisation: 672 cm

**Aperçu du dipôle fractal 2 éléments à 2 itérations**



Les petits triangles sont isocèles



A part, la « fractalisation », qui est d'une géométrie à respecter,  
 l'attaque de l'antenne pourra être faite selon toutes les méthodes  
 classiques des Yagi. Beta-match (stub) ou autres.

En ce qui me concerne , tant pour cette " 2 éléments " que pour la  
 Quad , l'écartement entre les éléments est de 0,11 lambda avec le  
 système de N7CL que j'ai repris pour piloter ces deux éléments. La  
 description de l'attaque de l'antenne sera faite par la suite.

**6,72 m au lieu de 10,08 m. Un raccourcissement notable !**

## CONSTRUCTION DE L'ANTENNE N°3 / QUAD FRACTALE 2 ÉLÉMENTS pilotés 14 MHZ

Il faut remonter aux années 1988 pour voir aux USA les travaux de Nathan Cohen, les premières réalisations OM, comme celle de Phil N1ZKT, aidé de Nathan, N1IR, maintenant W1YW sont apparus qu'en 1999 et qui ensuite à inspirer de nombreux OM, comme Fred WOFMS, relatées dans la revue américaine «73 Amateur Radio Today» d'octobre 1999. En Europe, une description succincte de l'antenne 28 MHz de Nathan Cohen, avait paru dans la revue « Megahertz » de novembre 2001 par Angel Vilaseca HB9SLV dont l'article faisait une très bonne approche du monde des fractales, en général. Suite aux développements fabuleux des hyperfréquences (téléphone, liaisons THF etc..) dans le monde, les brevets ont été déposés et bien gardés puisque presque tous les sites web traitant de ce sujet ont été effacés, seuls restent les sites traitant de généralités, mais ne vous donnant pas la recette du plat, excepté pour quelques dessins simples. Les thèses et développements fournies sur le WEB, ne donnent aucune indication sur une réalisation OM et ses côtes. A part celle de Nathan Cohen pour la boucle de Minkowski pour le 28 MHz. Il a fallu attendre plus de 10 ans pour commencer à revoir des articles concrets sur le sujet.

Une certaine complexité, l'absence d'articles OM et de réalisations ont mis dans l'isolement les fractales.

Pour, nous, l'expérimentation est passionnante, car nous sommes en plein dans le domaine des investigations.

Les avantages de la Quad :

Je rappellerai qu'il est très difficile de comparer des antennes bien réglées du fait de la propagation, des flux, de l'antenne du correspondant, des distances, etc, qui peuvent à un instant T modifier le sens des reports.

Si le gain est similaire pour moi en gros à une Yagi, sa surface de captation étant plus grande, elle ouvre beaucoup plus. Elle est moins sensible au QSB, moins de QRN.

L'angle de rayonnement est efficace même à une hauteur de  $\lambda/4$  alors que la Yagi est plus affectée par la proximité du sol.

Sa réjection arrière est nettement supérieure à l'antenne Yagi.

Meilleur rapport AV/AR pour le même nombre d'éléments.

Le rayon de rotation est incomparable par rapport à celui de l'antenne Yagi.

Et pour la fractale QUAD, en sus :

- optimisation du rendement, du gain et de l'efficacité de l'antenne en particulier sur l'ouverture et un écartement plus réduit entre les éléments.
- un rayon de braquage inférieur à 1,50 m (super réduction).
- ce petit gain en sus par le fait du réflecteur piloté (version n7cl avec stubs ou déphasage de 135° par ligne coaxial 75 ohms).

Pour notre quad, nous prendrons les études du carré de Minkowski, et celle de Nathan COHEN, sur cette loop et dont les réalisations sont prometteuses.

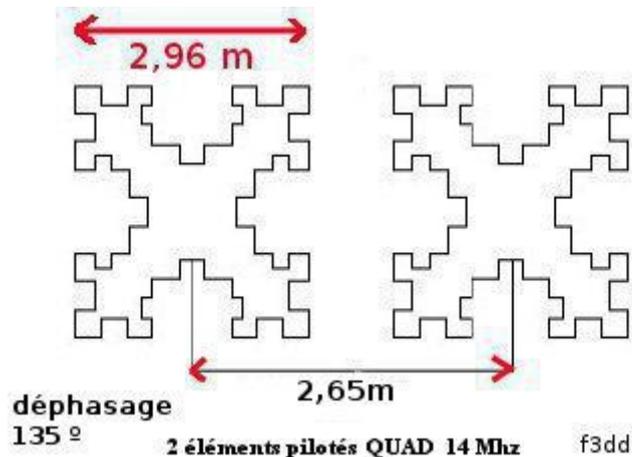
Alors qu'on aurait pu penser le contraire, en géométrie fractale, avec une limite du nombre d'itérations, on obtient une impédance élevée, (25 ohms et +), un Q assez bas, traduisant une bonne bande passante. Et avec un raccourcissement des espaces entre éléments (0,10-0,13 $\lambda$ ), à l'optimisation par rapport à une quad traditionnelle.

Voilà les raisons principales permettant d'optimiser l'antenne et d'obtenir des résultats exceptionnels pour une réduction de taille importante.

L'étude montre également que pour certains motifs, il y a une valeur du nombre d'itérations à ne pas dépasser, faute de pertes en gain importantes. Il y a donc un compromis entre réduction (n itérations) et résultats.

Pour notre cubical quad, les études montrent que le meilleur rendement se situe avec 2 itérations.

L'efficacité sera meilleure qu'avec une Quad traditionnelle.



**LA RÉDUCTION EST CONSÉQUENTE : 2,96 m d'envergure. EXCEPTIONNEL !**

TABLE 1  
PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE MINKOWSKI ISLAND  
ANTENNAS AT THE RESONANT FREQUENCY

Parameter	MO Antenna	M1 Antenna	M2 Antenna
SWR	2.62	1.34	1.02
Input Impedance (   )	124.83-j25.05	66.83-j2.14	49-j0.5
Gain (dBi)	2.98	2.62	2.32
HPBW	88 <sup>Y</sup>	90 <sup>Y</sup>	90 <sup>Y</sup>
Reduction of Area	0%	37.4%	54.4%

**Moins de 3 m de côté, pour un rendement quasi égal, 54 % de réduction, c'est une performance.**

### **LA FORMULE**

La figure de cette quad à 2 itérations (boucle de Minkowski) n'est pas très compliquée à réaliser et je me suis arrangé pour obtenir à peu près à l'échelle, le bon périmètre avec des côtes paires et des similitudes pour les brins opposés. Pour vous, la réalisation sera très simple, il suffit de suivre la description.

Nous savons que le périmètre d'une boucle classique est supérieure de 2 à 3 % de la longueur d'onde.

Le calcul du périmètre d'une quad classique est :  $L(m) = 306/f$  (MHz).

Contrairement à la description de la « fractalisation » d'un dipôle réalisé dans le chapitre précédent, où l'on réduit la taille, mais on conserve le même périmètre, nous allons voir qu'ici, en réduisant la taille, du fait des contours, on va augmenter très sérieusement le périmètre.

Tout au début, dans le cadre des essais ( en partant de 156 MHz, fréquence des marins) pour des raisons de facilité j'ai utilisé du fil de cuivre de 2mm de diamètre et un panneau en bois comme support. J'avais commencé par une boucle miniature avec le même dessin pour une longueur de périmètre de  $306/F$ . Mais j'étais pas dans le coup avec la formule classique de la loop, je me suis aperçu que pour obtenir la résonance, je devais augmenter les brins de presque 10% par côté, soit près de 40% au total en réalisant la boucle « fractalisée » sur 156 MHz, à 2 itérations, toujours avec le même dessin et ces 25 brins pour  $\frac{1}{4}$  de branche. Un mois plus tard, j'ai trouvé pratiquement la même formule dans une revue anglaise, et dans la description d'une réalisation de Gary KF7BZ qui avait réalisé la 28 MHz de Nathan N1IR. J'étais dans le coup ! A quelques cm près, j'ai retenu celle de Gary.

**FORMULE DE CALCUL DU PÉRIMÈTRE POUR BOUCLE 2 ITÉRATIONS :  $L \text{ en (m)} = 420 / F \text{ (MHz)}$**

Compte tenu d'une bande passante assez large, j'ai choisi  $F = 14.200 \text{ MHz}$  --->  $L = 420/14.200 = 29,57 \text{ m}$

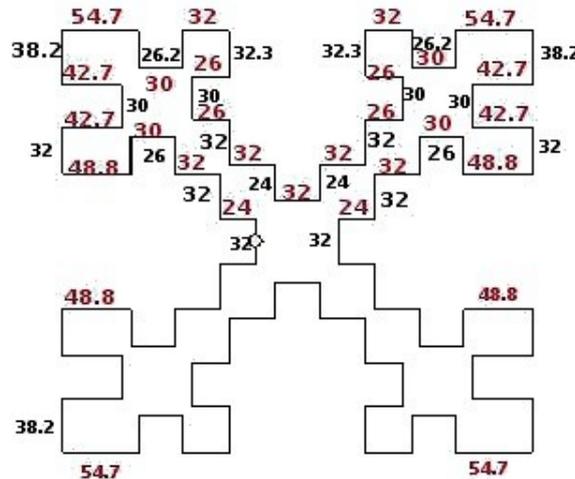
Pour une quad à un seul élément, l'optimisation donne un rallongement du périmètre à  $= 32,31 \text{ m}$  et je vous joins le fichier **MMana** correspondant à cette quad optimisée d'un seul élément : vous avez la description en dessous.

optimisation pour fréquence centrale de 14.150 Mhz

**QUAD 1 SEUL ÉLÉMENT**

**ÉLÉMENT RÉFLECTEUR**

cotes en cm.  
en rouge pour les brins horizontaux  
en noir pour les brins verticaux



utilisation du logiciel de modélisation MmANA

au lieu de 29,60m de périmètre pour  $f_z = 14200$ ,

j'ai, ici, un périmètre de 32,31 m pour  $F_z = 14.150 \text{ Mhz}$

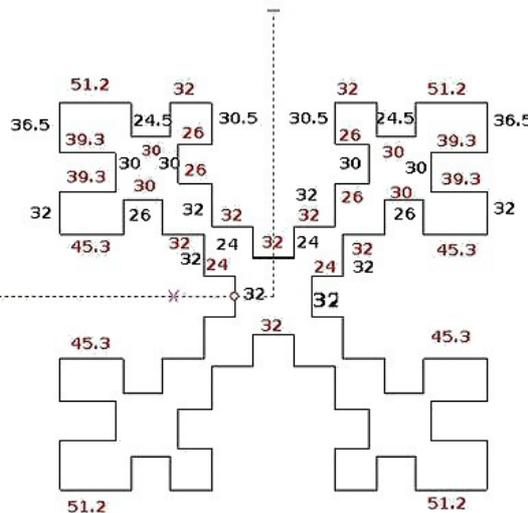
f3dd

AVEC DES COUDES À 90° LA RÉALISATION EST SIMPLIFIÉE  
COUPER LES BRINS À BONNE LONGUEUR ET ASSEMBLER

Avec deux éléments, cette boucle deviendra notre réflecteur et nous ferons un driver plus court d'environ 5 %, dont les cotes sont fournies ci-dessous. En effet, lors des essais, je me suis retrouvé sur des fréquences très en dessous de la fréquence centrale prévue, avec 2 cadres similaires et les stubs n'étaient pas selfiques pour corriger.

**ÉLÉMENT DRIVER**

COTES EN CM  
EN ROUGE POUR LES BRINS HORIZONTALS  
EN NOIR POUR LES BRINS VERTICAUX



**QUAD 2 ÉLÉMENTS**

FZ 14.150MHZ

PÉRIMÈTRE DE L'ÉLÉMENT DRIVER : 30,28 M

F3DD

ATTENTION : ayant utilisé le logiciel de modélisation, les longueurs des brins tiennent compte de leur diamètre : 12 mm - rayon 6mm.

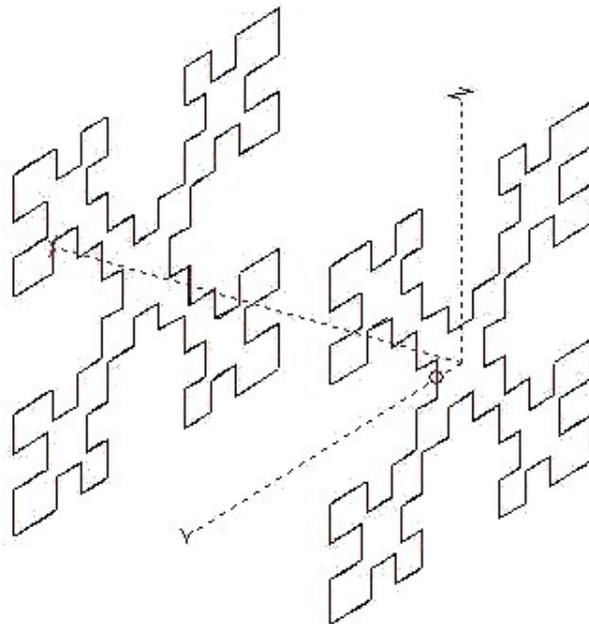
Si vous utilisez un diamètre inférieur, il convient d'optimiser avec le logiciel en modifiant ce critère, vous obtiendrez les longueurs adéquates pour fabriquer votre support-guide en bois. Pour le 14 MHz, le diamètre de 12 millimètres donne les meilleures performances.

La modélisation avec le logiciel MMANA nous permet une meilleure approche

○ Source

× Charge

version 2 éléments pilotés  
 espacement = 2.77 m  
 Polarisation verticale



f3dd

Conducteur numéro 165
X1 : 2.645 m
Y1 : -0.54 m
Z1 : -0.16 m
X2 : 2.645 m
Y2 : -0.54 m
Z2 : -0.48 m
R : 6.0 mm
Longueur : 0.32 m
Azim. : 90.0 deg
Zenith : 180.0 deg

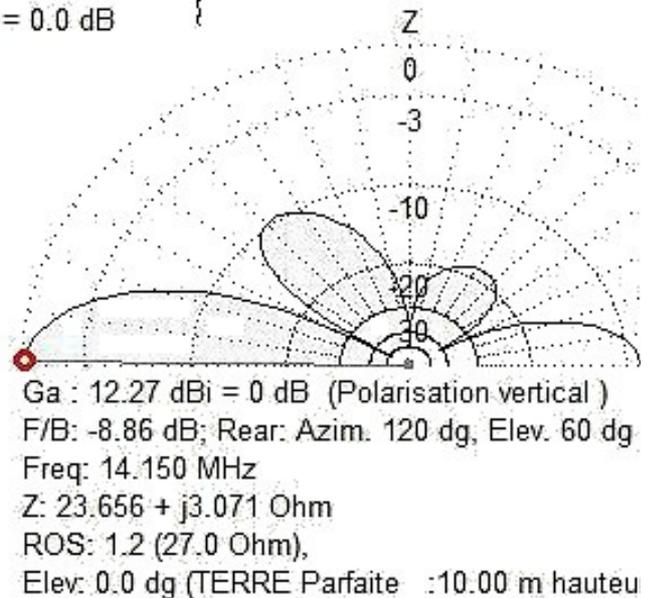
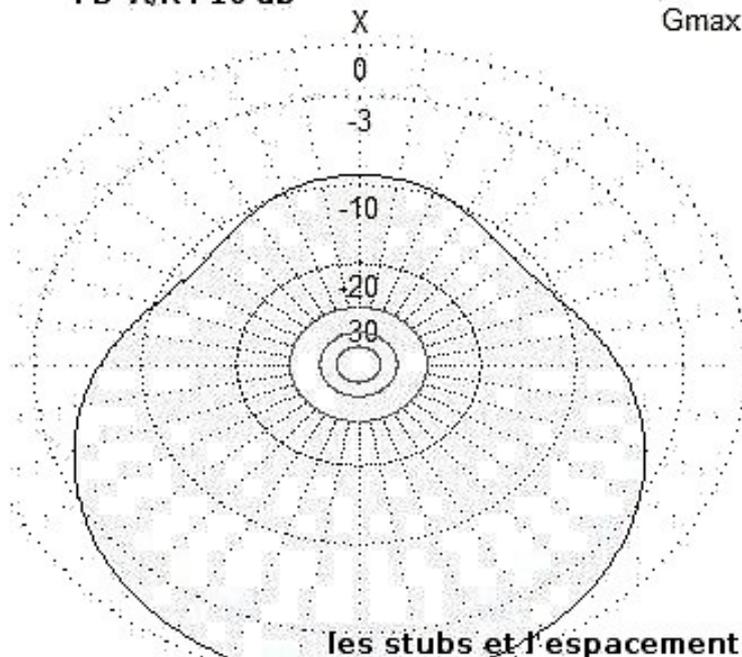
Quad version classique  
 non pilotée

f3dd

Terre: Espace libre  
 Gain : 6,2 Dbi  
 FB A/R : 10 db

Elevation angle = 179dg  
 Ga = 12.3 dBi  
 Gmax - Ga = 0.0 dB

Terre : parfait



les stubs et l'espacement permettront un TOS de 1/1

Comme nous ne sommes pas des vendeurs d'antennes, vous avez les graphes des résultats en ESPACE LIBRE. Ce qui me paraît plus honnête.

## RÉALISATION

Si vous faites une réalisation pour une optimisation maximale : utiliser des tubes de cuivre en barre de 12mm de diamètre. En général, ils sont vendus en longueurs de 5 ou 6 mètres avec les coudes à 90° qui vont avec.

### GÉNÉRALITÉS :

Notre système d'attaque de l'antenne pour 2 éléments pilotés, n'est pas une obligation. On peut la faire fonctionner en quad classique avec une alimentation par coax 50 ohms sur l'élément « driver » en direct. Un choke balun au point d'alimentation ne peut être qu'un plus.

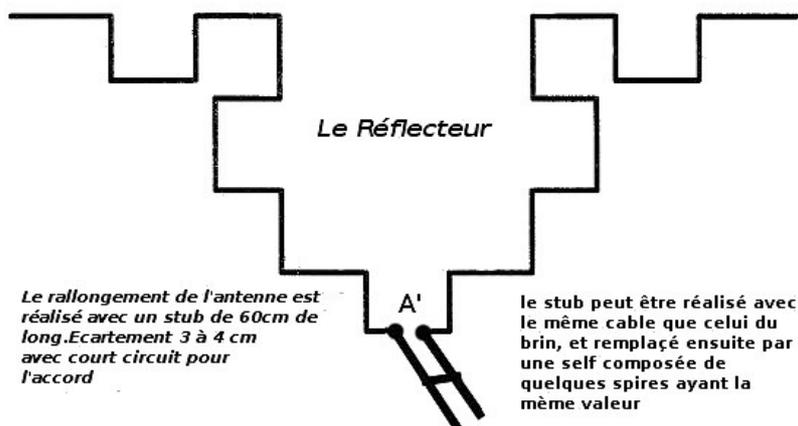
Toutefois, notre quad deux éléments pilotés, avec déphasage de 135°, donnera un gain très supérieur : on atteint plus de 10 dB et un rapport AV/AR supérieur à 28 dB.

### L'ÉLÉMENT :

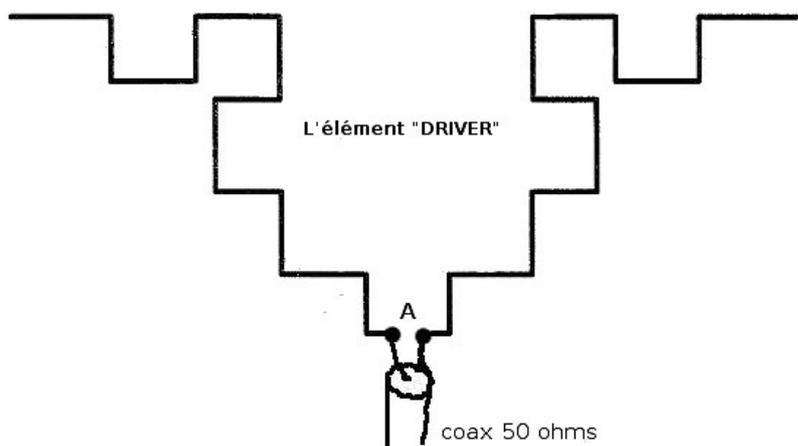
Ma réalisation a été faite avec des tubes de cuivre de diamètre 12/10 et des coudes à 90° (200 coudes pour les 2 boucles), ce qui m'a permis, sans souder, ( je n'ai pas eu de problème de contact) de bien ajuster les longueurs des brins lors des essais préliminaires. J'ai procédé aux soudures ensuite. (4x25=100 brins pour 1 cadre). Pour les coupes : UTILISER UN COUPE TUBE, surtout pas une scie à métaux, si vous voulez travailler rapide, propre, et précis. Coupe tube et une bonne lime.

### QUAD SIMPLE NON PILOTÉE

*Pour la quad simple non pilotée*



Pour une quad simple non pilotée  
attaque de l'antenne au point A  
avec un coaxial 50 ohms



Mon boom télescopique pour les différents essais avait une longueur de 3 mètres, essais avec 2,33m / 2,44m / 2,65m et 2,77 m en faisant glisser le support. Le gros avantage du système, est qu'on relève l'impédance à la bonne valeur.

En réalisation classique : espacement : 2.45m - 2,77m.

## RÉGLAGES ET MESURES

Les deux éléments sont pilotés pour un meilleur gain.

Ligne de déphasage 135°

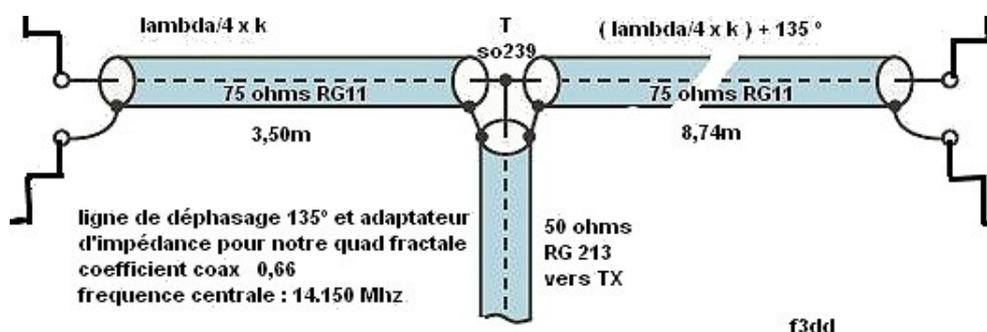
Ligne effectuée en coaxial 75 ohms.

Exceptionnel : GAIN : 10,66 dB R = AV/AR 28 dB

L'efficacité est de retarder de 135° l'élément arrière (réflecteur) : les logiciels de modélisation le confirment, mais on peut modifier légèrement pour changer certains critères de l'antenne selon ses choix. Si vous utilisez MMANA, vous pourrez voir qu'en jouant sur le degré de déphasage, (120, 135, 137, etc), on peut gagner un tout petit peu sur l'angle d'élévation plutôt que sur le gain et sur le rapport AV/AR et vice versa.

Mon schéma : attention à mon explication.

Nous avons de chaque côté : 50 ohms au centre de chaque élément fractal quad.



Nous avons 50 ohms de chaque côté, au point T au centre du raccord PL259 nous devons avoir 100 ohms, et là, nous ne voyons que 25 ohms ce qui ne va pas du tout pour alimenter notre coax 50 ohms allant au transceiver.

Mais,

nous savons que le quart d'onde nous permet de faire un transformateur d'impédance

et aussi,

nous savons que  $Z_0 = \text{racine carrée de } Z_1 \times Z_2$

$Z_0 = ?$  impédance du quart d'onde

$Z_1 =$  impédance de l'antenne ----- ici 50 ohms

$Z_2 =$  Impédance du point de raccordement T doit être de 100 ohms

$Z_0 = \text{racine carré de } (50 \times 100) = 70,71 \text{ ohms}$

D'où du coax 75 ohms (RG59a/u ou RG11/u) fera parfaitement l'affaire. (ROS 1,15)

Le quart d'onde que nous allons faire avec le coaxial 75 ohms va nous permettre : de résoudre le problème de transformation, d'impédance, et une parfaite adaptation à la ligne 50 ohms du TX.

Fréquence centrale choisie : 14.150 Mhz.

Élément directeur = DR = 3,50m de RG11 + T + ( 3,50 + 5,24 ) RG11 élément réflecteur = REF.

Quart d'onde en RG11 75 ohms K = 0,66 pour une fréquence de 14.15 mhz :

$75 / 14.15 \text{ mhz} \times 0,66 = 3,498$

soit 3,50m = 90°

1 degré =  $3,50\text{m} / 90 = 0,0388\text{m} = 38,8 \text{ mm}$

$135^\circ = 135 \times 0,0388 = 5,238$  m arrondi = 5,24 m en 75 ohms à 0,66 de vélocité.

$P1 = 1/4 \text{ lambda} = 3,50$  m en 75 ohms à 0,66 de vélocité.

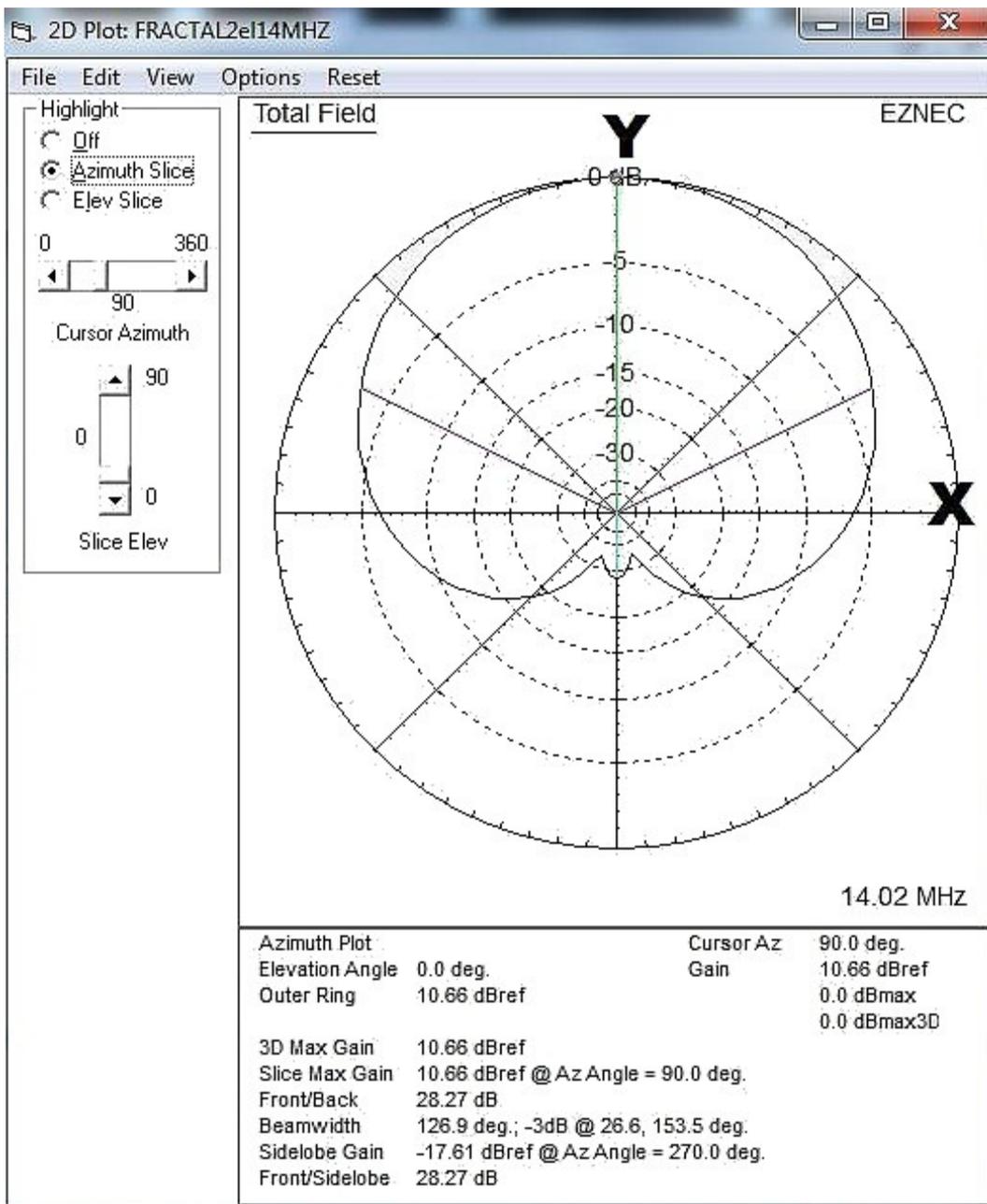
$P2 = ( \frac{1}{4} \text{ lambda} + 135^\circ ) = 3,50 \text{ m} + 5,24 \text{ m} = 8,74 \text{ m}$  en 75 ohms à 0,66 de vélocité.

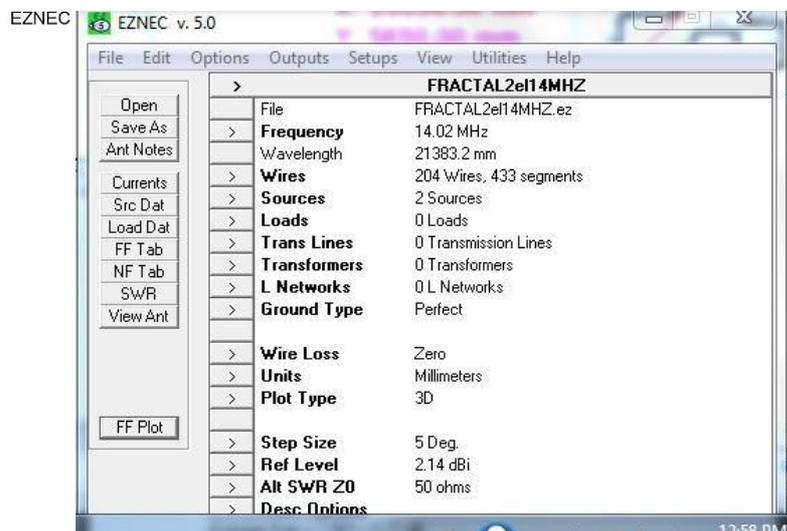
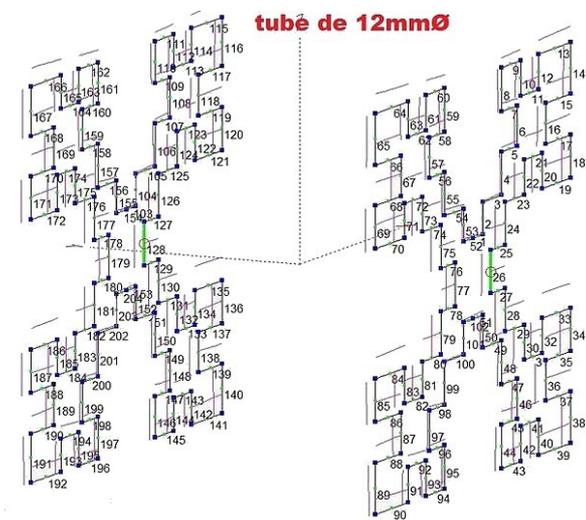
La descente vers le TX est en 50 ohms.. (transformation, déphasage et adaptation parfaite)

Les avantages de ce système :

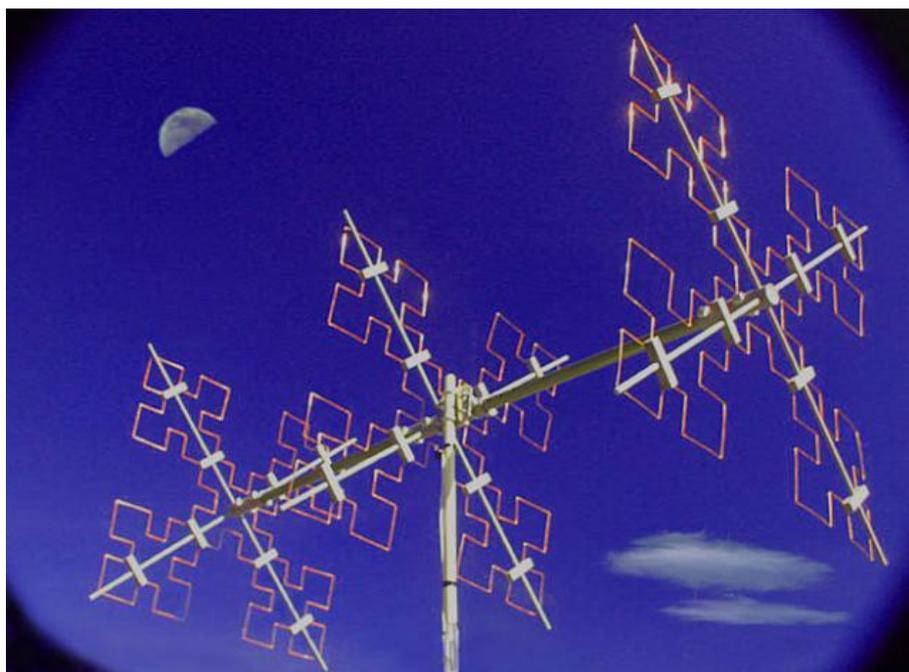
- Pas de rayonnement de la ligne de déphasage reliant les 2 éléments fractals. (beau diagramme.)
- Accord parfait tant sur la résonance de l'antenne que sur l'adaptation de la ligne d'alimentation à l'émetteur.

ETUDE AVEC LE LOGICIEL EZNEC 5 pro par VK4AFU





3 ÉLÉMENTS QUAD 28 MHz réalisée par Nathan Cohen (N1IR) maintenant W1YW



**N.D.L.R.** Cet article est un condensé et une adaptation de l'original. Il contient cependant l'essentiel nécessaire à la réalisation des antennes décrites. Pour la **réalisation pratique** de l'antenne quad, consulter la page internet de F3DD qui est bien plus complète au lien suivant : <http://www.f3dd.org/mapage/index.html>  
 C'est aussi le seul article qui explique en détail comment « fractaliser » une antenne et quelle formule utiliser pour calculer la longueur des éléments. On commence cependant à trouver des articles avec formules de calcul suivant les supports utilisés. Ci-après trois liens \*pdf intéressants pour ceux qui veulent en savoir plus (articles en anglais).

- <https://docplayer.net/26584978-Fractal-antennas-design-characteristics-and-application.html>
- [https://www.researchgate.net/publication/309736539\\_Fractal\\_Antennas/link/5820ec8908ae40da2cb51447/download](https://www.researchgate.net/publication/309736539_Fractal_Antennas/link/5820ec8908ae40da2cb51447/download)
- [https://www.researchgate.net/publication/282155475\\_DESIGN\\_AND\\_ANALYSIS\\_OF\\_MINKOWSKI\\_FRACTAL\\_ANTENNA\\_USING\\_MICROSTRIP\\_FEED/link/5e7355cb299bf1571848cfb0/download](https://www.researchgate.net/publication/282155475_DESIGN_AND_ANALYSIS_OF_MINKOWSKI_FRACTAL_ANTENNA_USING_MICROSTRIP_FEED/link/5e7355cb299bf1571848cfb0/download)

\* \* \*