

# Analyse d'une antenne, le corrigé.

Robert BERRANGER, F5NB

*Au mois de juin, j'ai écrit un article demandant aux lecteurs de disserter sur une publicité pour une antenne "miracle". Peu d'entre vous ont répondu. Pourtant le sujet devrait intéresser les radioamateurs, car les antennes restent l'un des seuls domaines où il est encore possible pour un OM non technicien de développer ses qualités créatrices.*

Avant de passer au corrigé, un petit rappel de l'énoncé. La figure 1 reproduit la publicité sur le Web du constructeur (vendeur) des premières antennes Isotron.

### *How Do The Isotrons Work So Well?*

This is a very common question from those that have not seen the *ISOTRONS* in action. Even those that have, ask it with amazement.

- 1 Well, it's not magic. The *ISOTRONS* have been developed around specific electrical laws and laws of physics. At times, the eye can be deceived so that something may look like it is against known laws or what we know as practical.
- 2 For an antenna to work, it should be electrically resonant. The *ISOTRONS* are electrically resonant by using only two components - the large coil in series with the capacitive plates of the antennas. (Match comes automatically with the right combination of the two components at resonance).
- 3 There is more that is necessary for an efficient antenna. An antenna needs a certain amount of area to couple radiation to the atmosphere. Some call this the "Capture Area". However, this is an "AREA". This "area" can be any shape or form. The laws of physics for this phenomenon do not specify its appearance. **THE *ISOTRONS* HAVE THIS RADIATION "AREA"**. The *ISOTRONS* exceed or equal (depending upon the model) the area of a conventional one-half wavelength dipole (#12 wire). In simple terms, we designed the *ISOTRONS* into a three dimensional package.
- 4 **THE PERFORMANCE** - It speaks for itself. Tests have measured the *ISOTRONS* to transmit as well as a one-half wavelength dipole.
- 5 The shape of the *ISOTRONS* give them an excellent advantage for the reduction of noise.
- 6 The *ISOTRONS* have been tested at 3db less noise on reception with an equivalent incoming signal as the one-half wavelength dipole.

In the six antenna Reviews, one characteristic was definitely distinctive of the *ISOTRONS*:  
**THE PERFORMANCE.**  
The *ISOTRONS* were developed around known laws to accomplish an efficient performing antenna in a very convenient package.

Figure 1.

Il s'agissait de dire ce que l'on pensait de ce qui était écrit dans chacun des six paragraphes entourés de rouge. Deux OM m'ont répondu :

**F6ETQ** Michel, m'a écrit le peu de crédit qu'il apporte à ces antennes "miracle". Il m'a donné un exemple de liaison DX avec en guise d'antenne le fil d'alimentation de son fer à souder, accordé avec une boîte d'accord d'antenne. J'ai la même anecdote avec un poste portable militaire de 20W ayant comme fouet un tournevis de 25 cm. Sur 15m, l'Afrique centrale dans un fauteuil ! C'était pour montrer les capacités de la boîte d'accord. Pas sûr de pouvoir rééditer l'exploit <sup>(1)</sup>.

**F6FQX** Jean-Pierre, m'a aussi répondu : "Les antennes fascinent les radioamateurs au point qu'ils sont prêts à croire aux miracles. Et en matière de miracles, plus les ficelles sont grosses (les ficelles, pas les antennes), mieux ça marche (c'est bien connu).

Concernant l'antenne Isotron, il est certain qu'on peut émettre et recevoir avec un tel dispositif. Mais est-ce pour autant une antenne ? :

- On peut le dire si on dit aussi clairement que le rendement est au maximum de quelques % comparé à celui d'un dipôle demi-onde (c'est le prix à payer pour pouvoir faire tenir son antenne 14 MHz dans une boîte à chaussures).

- En revanche, on ment si on annonce des performances comparables à celles d'un dipôle.

Avant de parler d'antenne, il serait préférable d'analyser le dispositif en termes plus simples (capacités, selfs, résistances). C'est en fait :

- Deux plaques métalliques en regard assez éloignées l'une de l'autre, autrement dit un condensateur de faible capacité (quelques dizaines de pF seulement).
- Une grosse bobine montée en série avec ce condensateur, donc beaucoup de  $\mu\text{H}$  (peut-être une vingtaine pour le 14 MHz) avec les pertes ohmiques dans la bobine qui s'en suivent (la valeur du Q d'une telle bobine devant n'être que de quelques dizaines).
- En résumé, c'est donc un circuit oscillant qu'on a sorti de son blindage, ce qui fait qu'il rayonne un peu, et surtout, chauffe beaucoup.

D'ailleurs, si l'on réfléchit un peu, on se demande quels sont les éléments de courant (les fameux I.dl) qui provoquent le rayonnement : ils sont dans le fil de liaison à la bobine et la bobine elle-même, ceux des plaques du condensateur se compensant presque entièrement. Or la bobine, pour grande qu'elle soit, reste de petites dimensions en termes de longueur d'onde."

**Dernière minute :** Au moment d'expédier cet article à Radio-REF, j'ai reçu un message d'un OM que j'ai malencontreusement effacé. De mémoire, il commençait par "Merci pour la tranche de rire à propos de cette antenne. Tirons sur l'ambulance : ". Si cet OM se reconnaît, je lui serais reconnaissant de bien vouloir me réexpédier son message (f5nb@orange.fr). De mémoire également, ses réponses correspondaient globalement au "corrigé" qui va suivre. Seuls quelques petits détails m'auraient donné l'occasion d'approfondir certains points. S'il me renvoie son message, je pourrais faire un addendum à cet article.

### Le "corrigé".

Comme je vous l'avais promis, je vais m'y coller aussi. Je vais commenter chaque paragraphe.

1. *"Non, ce n'est pas magique. Les Isotrons ont été développées spécifiquement à partir des lois de l'électricité et de la physique. Parfois on peut se tromper quand quelque chose semble être contraire aux lois connues ou que l'on connaît en pratique."*

**Cette phrase est ambiguë.** Jamais un technicien ou un scientifique ne se sentirait obligé de le dire. On voit que l'auteur doute de lui et qu'il veut autant se convaincre que convaincre les autres qu'il a raison. Pour un professionnel, cette phrase annonce une suite plus que douteuse.

2. *"Pour qu'une antenne fonctionne, elle doit être électriquement à la résonance. Les Isotrons sont électriquement résonantes grâce à une bobine largement dimensionnée en série avec les plateaux capacitifs de l'antenne. (L'accord est obtenu grâce aux bonnes valeurs des deux composants à la résonance)."*

**Complètement faux.** Pour qu'une antenne rayonne, il faut qu'elle présente un "élément de courant" (le "I.dl" de F6FQX). C'est-à-dire que les vecteurs "courants" se combinent de façon à obtenir un vecteur "somme" non nul et de dimension non négligeable devant la longueur d'onde. Par exemple un disque de cuivre alimenté par son milieu ne rayonne pas (tous les vecteurs "courant" se compensent) alors que s'il est alimenté par un bord, il rayonne comme un fil très fin de longueur égale *grosso modo* au rayon du disque (hauteur effective de l'antenne "de fait"). Si l'on cherche à obtenir un circuit antennaire à la résonance, c'est uniquement pour diminuer le ROS dans le feeder et présenter une charge résistive pure à la sortie de l'émetteur. Mais il y a d'autres façons de procéder : adaptation par ligne ou par boîte d'accord antenne. Exemples typiques : l'antenne LEVY, la G5RV, la W3HH, la W8JK, etc. Les composantes électriques réactives d'une antenne ne jouent aucun rôle dans le rayonnement. Seule la résistance "réelle" de pertes par rayonnement compte. On cherche à ce qu'elle soit maximum, comparée à l'autre résistance de pertes, ohmiques celles là.

3. *"Il y a d'autres obligations pour obtenir une antenne performante. Une antenne a besoin d'une certaine surface pour coupler son rayonnement à l'atmosphère. Certains l'appellent la "surface de captation". De toute façon, c'est une "surface". Cette "surface" peut avoir n'importe quelle géométrie. Les lois de la physique concernant ce phénomène ne définissent pas son aspect. Les Isotrons ont cette "surface" de radiation. Les Isotrons dépassent ou égalisent (selon les modèles) la surface d'un dipôle demi-onde conventionnel (fil diamètre 2mm). Pour résumer simplement, les Isotrons sont construites dans un volume à trois dimensions."*

**Complètement délirant.** Pour une antenne, coupler sa surface à l'atmosphère ne veut rien dire (surtout dans le vide). La surface en question est bien appelée "surface de captation". Bien sûr que les lois de la physique ne définissent pas son aspect puisque c'est une valeur purement mathématique. Par ailleurs elle n'intervient qu'en réception et pas du tout en émission. La surface de captation sert à déterminer la puissance disponible, en un point donné de l'espace. En effet, celle-ci est proportionnelle au vecteur de Poynting (exprimé en watts par mètre carré) multiplié par la surface de captation. Celle d'une antenne est égale à sa directivité (son gain) multipliée par la surface de captation isotrope. Cette dernière est égale à  $\{\lambda^2 / 4\pi\}$ . On voit qu'aucune surface physique liée à l'antenne n'intervient.

4. *"Les PERFORMANCES... elles parlent d'elles-mêmes. Des mesures ont été faites pour tester des Isotrons en émission en les comparant à celles d'un dipôle demi-onde."*

**Quelles performances ?** Les performances, ce sont des chiffres et des conditions de mesures, pas une affirmation invérifiable.

5. *"La forme des Isotrons leur procure un avantage certain pour la réduction du bruit."*

**Quel bruit ?** Le bruit de bande (bruit lointain) ? Ou le brouillage induit (proche) ? Je ne parle pas du bruit thermique qui dépend des pertes ohmiques. A part ce dernier, la réduction des autres bruits ne dépend absolument pas de la forme (volume) de l'antenne, mais de sa polarisation, de sa hauteur au dessus du sol et de sa directivité. Exemple : si le bruit est majoritairement en polarisation H, une antenne en polarisation V va le réduire. De même le bruit est plus faible près du sol. Quant à la directivité, si la source de bruit est ponctuelle, on l'affaiblira si l'antenne "pointe" ailleurs. Ceci vaut pour le bruit industriel et le brouillage induit. Pour le bruit atmosphérique, la polarisation est généralement circulaire (suite à réflexion ionosphérique) et sa source est considérée comme isotrope.

6. *"Les mesures sur les Isotrons ont donné une réduction du bruit de 3 dB par rapport au doublet demi-onde recevant le même signal."*

**Quelles mesures ?** Quand elles ne correspondent pas à ce que l'on attend, compte tenu de l'état de la science et de la technique, la première chose à faire est de traquer l'erreur de mesure. Cela ne peut être que le cas ici. Pour faire une comparaison valable, il faudrait mesurer, non pas le bruit absolu, mais le rapport signal / bruit des deux antennes recevant le même signal utile. Et s'il y a une différence, cela ne peut être du qu'aux paramètres exposés ci-dessus. En général, on ne peut pas comparer vraiment deux antennes, mais deux systèmes antennaires. Et je rappelle que la ligne d'alimentation, le mât et le sol en font partie.

### **Analyse de l'Isotron**

Maintenant, je vais analyser plus en détail une antenne Isotron du genre de celle de la photo à la fin du précédent article. La figure 2 en représente un dessin coté avec mes annotations (je ne connais pas l'auteur du dessin original).

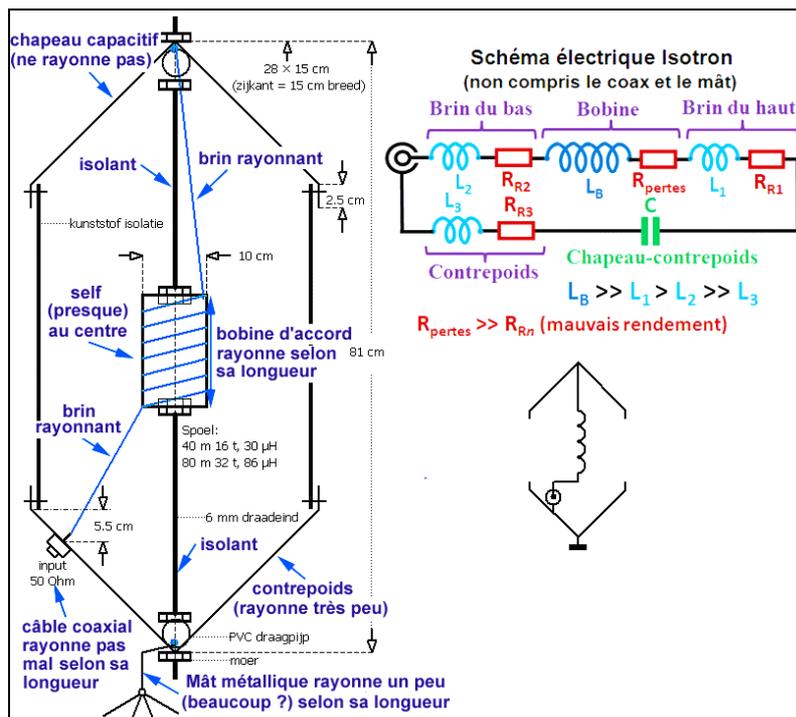


Figure 2.

Voyons son fonctionnement à 3,75 MHz ( $\lambda=80\text{m}$ ). Son envergure est égale à  $\lambda/100$ . Admettons que le mât soit isolant et que nous ayons intercalé un balun 1:1 entre le coaxial et elle (rayonnement de l'antenne seule). Nous obtenons une longueur estimée de la partie rayonnante égale à 0,7 m (brin du bas + bobine + brin du haut). Considérant qu'avec un tel chapeau capacitif le courant dans la partie rayonnante  $L$  est constant, nous obtenons une résistance de rayonnement égale à  $80\pi^2 \times (L / \lambda)^2$ , soit ici  $0,06 \Omega$  <sup>(2)</sup>. Supposons que la bobine de 86  $\mu\text{H}$  ait été construite de façon que l'on obtienne à la résonance à 3,75 MHz une résistance d'antenne de 50  $\Omega$  (ROS 1). Cela correspond à une résistance de pertes de 49,4  $\Omega$  (cf. fig. 2), soit un Q de la bobine de 41. Le rendement est alors de :  $0,06 / 50 = 0,0012$ , soit 0,12% (gain = -27,4 dBi). Et encore, cette "Isotron" est une grande ! Admettons maintenant que l'antenne soit connectée directement au coaxial et à un mât métallique. Supposons que le Q de la bobine soit de 80. Cela veut dire que la résistance de pertes est de 25,6  $\Omega$  et que la résistance de rayonnement globale est de 24,4  $\Omega$  ( $R_{\text{ant}} = 50\Omega$ ). Nous avons maintenant un rendement de 49% (gain de -1,35 dBi). C'est tout à fait honorable, mais attention ce n'est pas l'Isotron qui rayonne, c'est le câble coaxial et peut-être le mât. On peut remplacer l'Isotron par n'importe quoi qui présente la même impédance et on aura le même résultat. On comprend maintenant pourquoi certains OM sont contents de leur "Isotron". Cherchez l'erreur !

## Du côté du WEB

Comme peu d'OM avaient apparemment une opinion sur cette profession de foi du constructeur d'Isotron, je suis allé à la pêche sur Internet voir ce qu'ils en pensaient. Je recopie ici les écrits publics qu'ils ont mis sur leur site, [avec mes commentaires en écriture bleue](#). Noter que je n'ai rien à reprocher à ces OM que je ne connais pas. On voit bien que ce ne sont pas des professionnels et donc qu'ils n'ont aucune obligation de vérité scientifique. Ils sont simplement les premiers qui sont sortis de mon moteur de recherche et ils constituent à mes yeux un bon échantillonnage des adeptes de ces antennes "miracle". Si je cite leurs indicatifs, c'est par honnêteté journalistique. S'ils ont exprimé le besoin d'émettre leurs opinions sur la

place publique, c'est sans doute pour qu'on les lise. Je leur donne la tribune des lecteurs de Radio-REF (ils bénéficient d'un droit de réponse, contacter l'auteur <sup>(3)</sup>).

**Extrait du site de F5IXU :**

**"CONSTRUCTION D'UNE ANTENNE ISOTRON (du même type que celle de la photo de la figure 3)**

Très content de mon ISOTRON commerciale pour le 20 mètres, j'ai décidé de construire une telle antenne, pour des raisons économiques et surtout pour essayer de voir, de comprendre et de parfaire cette curiosité qui nous anime. **En général, on prend le problème par l'autre bout : on étudie une antenne en fonction du cahier des charges et des règles de fonctionnement que l'on connaît, puis on la réalise et on procède aux ajustages liés à son environnement. C'est pour simplifier cette démarche que les simulateurs d'antennes existent.** Pour réaliser une antenne ISOTRON à peu de frais, à part la fiche SO239, le reste provient de récupération de chantier : un tube de PVC "gris" de diamètre 32 mm, du fil mono conducteur gainé diamètre cuivre 2mm (3mm avec la gaine), deux manchons PVC pour tube de 32mm, deux disques métalliques "disques durs HS par exemple" diamètre 13cm, des outils pour couper et percer le plastique, de la colle époxy et c'est tout ce qu'il faut pour entreprendre la construction d'une antenne ISOTRON.

J'ai construit une antenne pour le 14MHz, ainsi j'ai pu établir des comparaisons avec la réalisation commerciale. Le résultat des tests est simple = l'une vaut l'autre. **Et pour cause, puisque l'on a vu que quand cela semble fonctionner, l'Isotron n'y est pour rien.**

Concernant le schéma électrique de l'antenne, sa simplicité rappelle celui de l'antenne EH toute simple, à la place des cylindres, deux disques alu, une bobine et une fiche SO239. Le principe de fonctionnement de cette antenne est identique à l'antenne EH (voir théorème de POYNTING). **Là, c'est vraiment n'importe quoi. Comme le dit F6FQX, "plus la ficelle est grosse et plus ça marche". Je ne vous demande pas d'apprendre par cœur le cours "Antennes" d'une école d'ingénieurs télécom, lisez seulement mes articles sur les antennes et sur l'antenne E-H en particulier, sans oublier les "Comment ça marche ?" <sup>[1]</sup> sur le rayonnement et les antennes, ou tout autre ouvrage sérieux sur le sujet, et vous comprendrez pourquoi ce que vous dites n'a aucun sens.**

Une particularité est à observer, c'est le fait de pouvoir régler la bande passante de l'antenne par la manœuvre du disque supérieur. On retiendra tout de même que le fonctionnement idéal est obtenu en ayant une distance entre les disques égale à un diamètre. **" Là, vous ajustez la capacité, donc l'impédance réactive et en sens inverse la résistance de rayonnement liée à la longueur du brin rayonnant. Alors le Q change, donc la bande passante électrique. Seule la longueur du brin entre les plateaux intervient dans le rayonnement. Ce n'est pas parce que l'on a obtenu la résonance en ajustant les disques que l'antenne marche mieux. On est simplement mieux adapté à l'émetteur. C'est un problème lié à l'émetteur, pas au rayonnement.**

**Extrait du site de F6BQU :**

"Il n'est pas question ici d'essayer d'expliquer la théorie de fonctionnement de ce type d'antennes, **c'est ce que j'appelle "botter en touche"** mais de présenter une réalisation personnelle qui fonctionne plus ou moins correctement, d'analyser les résultats et de donner des explications pour que chacun puisse facilement réaliser une telle antenne, avec le minimum de moyens. **C'est honnête, voyons la suite.**

Depuis longtemps, je connaissais les antennes à boucle magnétique, et c'est en voulant me documenter sur ce type d'antenne que je suis "tombé" sur le site de F5IXU. Il y a bien sûr la description d'une antenne de ce type, mais j'y ai trouvé beaucoup plus intéressant, **(plus c'est "miraculeux" et plus ça attire)** une antenne mono-bande pour espaces réduits qui se règle une fois pour toutes dans la bande considérée et qui fonctionne avec un rendement "supposé"

meilleur que la boucle magnétique. On dit que l'efficacité de cette antenne serait celle d'un dipôle. Avec les nombreux liens présents sur le site de Martial, j'ai pu me faire une idée toute théorique de cette antenne, idée certainement faussée par l'enthousiasme optimiste de tous les possesseurs de ce type d'antenne. C'est pourquoi j'ai voulu en avoir le cœur net, et réaliser mon propre prototype. L'OM doute, mais il n'a pas apparemment une culture "antenne" suffisante pour faire une analyse critique de ce qu'il lit. Malheureusement, comme je l'ai dit, ce n'est pas avec la réalisation de l'antenne que l'on en saura plus, puisque ce n'est pas elle qui rayonne.

Mon choix s'est porté sur le modèle le plus simple, celui qui n'a qu'un circuit LC sans couplage et sans réseau de déphasage (type antenne EH). Ce sera donc une "Isotron" (du nom des premières antennes commerciales de ce type). Ces antennes E-H et Isotron ont été "récupérées" par des OM qui non seulement ne comprennent rien aux antennes, mais aussi rien aux professions de foi de leurs "inventeurs". Pour l'antenne Isotron (cf. fig. 1) elles fonctionnent aussi bien qu'un dipôle demi-onde parce que leur surface en contact avec l'atmosphère est aussi grande que celle du dipôle (sic). Pour l'antenne E-H l'auteur a réussi à "transformer" le champ réactif de son antenne en champ actif (confusion entre le champ électrostatique et le champ électrique, composante du champ électromagnétique. L'évocation du vecteur de Poynting n'est que de la poudre aux yeux pour faire avaler plus facilement la couleuvre aux ignorants de l'électromagnétisme. On verra plus tard si les réseaux de déphasage apportent quelque chose de plus (le signal n'est-il pas déjà déphasé dans la self unique de l'Isotron ?). Je peux prédire que cela n'aura aucun effet (si les essais sont bien menés).

#### ***Extrait du site de F8DHA :***

En parcourant le site de Luc pour regarder ses réalisations, j'ai également trouvé une antenne 10 MHz à réaliser. Cette antenne est une antenne "ISOTRON". Certes, cela peut faire sourire, et on m'avait aussi dit que je ne dépasserais pas le bout de mon jardin avec. Malheureusement, vos interlocuteurs n'ont pas pensé au coaxial, et c'est là l'origine de tous les malentendus. Mais la meilleure façon de se faire une idée est encore d'essayer et d'expérimenter. OK, à conditions de le faire avec méthode. Avant d'expérimenter, il faut savoir d'abord "comment ça marche", sinon on ne sait pas ce que l'on fait. Les mesures sur antennes sont les plus difficiles à faire, même pour un professionnel. D'ailleurs ils s'en dispensent souvent et se contentent de reproduire les résultats du simulateur. Cela pour la HF et au dessous, car en VHF et au dessus les mesures sont plus faciles, et les performances annoncées plus difficiles à estimer. Je me suis donc lancé dans la fabrication de cette antenne. Et comme pour le Kit, tout est bien expliqué, et en Français.



Figure 3 : L'antenne de F8DHA

Cet ensemble m'a permis de contacter une bonne partie de l'Europe en CW, je ne doute absolument pas de cela. Avec un peu de chance, on peut arriver à bien faire rayonner le câble coaxial et ainsi obtenir un rendement acceptable. De toute façon on ne saura jamais les stations que l'on a "loupées" puisque justement, on les a loupées... ce n'est certes pas la dernière station à la mode, mais elle offre l'avantage d'une réalisation personnelle. La réalisation de cette station complète est plaisante, et permet de débiter dans des réalisations personnelles. Vous trouverez d'ailleurs sur le site de Luc bien d'autres réalisations à monter et à expérimenter.

*Extrait du site de F1FRM :*

### "TEST SUR L'ANTENNE ISOTRON"

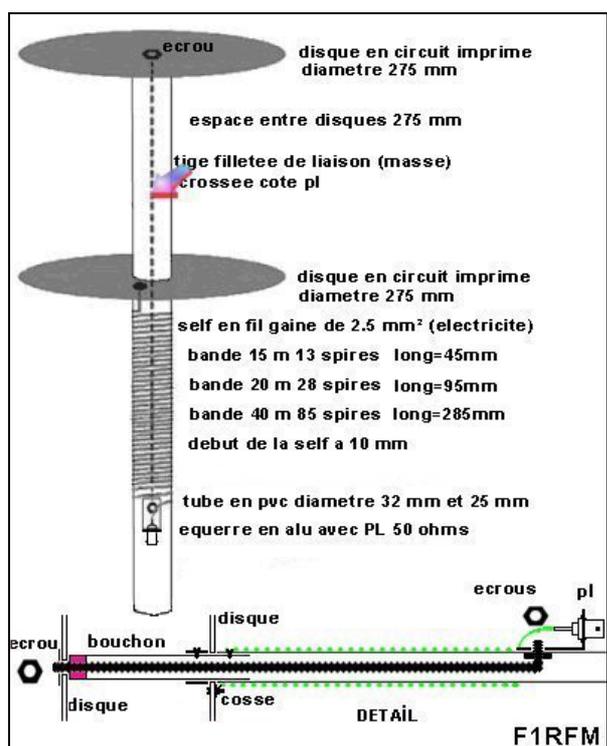


Figure 4 : L'antenne de F1FRM

En réception, je n'ai perdu qu'un point en moyenne par rapport au dipôle, malgré le mauvais dégagement de l'isotron. Par contre en émission, j'ai l'impression d'avoir perdu beaucoup plus. Ceci est contradictoire. En effet, une antenne est un élément passif et ses performances sont identiques en émission et en réception sauf à avoir un ROS important (mais alors la dégradation ne résulte pas d'elle, mais de l'émetteur). Donc si les mesures sont "sincères", c'est le S-mètre qui est complètement faux (mais ça, on le savait). Le ROS est descendu facilement à 1.3 sur 15, 20, et 40 mètres avec les selfs correspondantes. Je devrais pouvoir faire mieux en peaufinant. Comme je l'ai déjà dit : aucune action sur le rayonnement. La largeur de bande couverte est correcte. Savez-vous que si la bande s'élargit, c'est parce que les pertes sont plus élevées (Q plus faible) donc un rendement plus faible, donc aussi le gain. D'autres essais seront faits pendant les beaux jours. J'essaierai des disques plus grands pour voir ce que cela peut donner. Vous augmenterez la capa, donc vous serez obligé de diminuer la self pour garder l'accord, donc ses pertes, et le rendement va s'améliorer. Mais le ROS risque d'augmenter ( $R_{ANT}$  plus faible) et vous ne serez pas content. Pourtant ce sera bien l'indice de l'amélioration des performances. Ceci serait d'autant plus vrai que l'antenne rayonne seule, mais si c'est le coaxial qui rayonne le résultat peut être imprévisible puisque le rayonnement du coaxial est lié à l'impédance de l'antenne (en autres).

#### Analyse des Isotrons du type de celle de la figure 4.

Ici, c'est plus compliqué que pour celle de la figure 2. On peut considérer que la bobine avec la tige filetée passant dans son intérieur constitue une ligne coaxiale et ne rayonne pas. Alors la seule partie rayonnante est constituée par le tronçon de la tige filetée compris entre les disques, soit une longueur rayonnante de 0,275 m (les disques étant alimentés au centre ne rayonnent pas). Là aussi on peut considérer que le courant est constant, donc la résistance de rayonnement est égale à  $80\pi^2 \times (0,275 / \lambda)^2$  ( $\lambda=80\text{m}$ ), soit ici  $\approx 0,001 \Omega$ . Le rendement est alors déplorable, beaucoup plus faible qu'avec la version de la fig.2. Mais comme je l'ai déjà dit, cela n'a aucune importance, sauf à mettre un balun au ras de l'alimentation. Pour le reste, tout ce que l'on a dit sur celle-là reste valable.

#### Conclusions

La confusion que certains radioamateurs entretiennent avec leurs antennes procède de deux phénomènes principaux :

- Le premier concerne la perception visuelle des objets qui nous entourent. Mais avant de continuer, explicitons la notion d'antenne. On considère qu'un circuit électrique est une antenne quand on ne peut plus négliger ses pertes par rayonnement électromagnétique. Ces pertes se mesurent par une valeur résistive, comme pour les pertes ohmiques. Dans le cas d'un fil conducteur rectiligne <sup>(4)</sup>, la valeur de sa résistance de pertes par rayonnement est égale à :  $R_r = K \times (L/\lambda)^2$  <sup>(5)</sup>. Cette formule nous dit que le rayonnement n'est pas lié directement à la longueur du fil mais au rapport entre sa longueur et la longueur d'onde. Ainsi un pylône rayonnant de 50 m de hauteur est une antenne "minuscule" pour un radiophare à 280 kHz ( $\lambda=1071\text{m}$ ). Par ailleurs, une prolongation de 7 mm de la "pin" centrale de la prise coaxiale d'un guide de transition à 10 GHz est une antenne résonante quart d'onde. Transposons l'Isotron de la fig.2 pour la bande 2m. Nous obtenons un "bidule" de 2 cm au bout de notre câble coaxial. Qui penserait que ce "machin" rayonne quoi que ce soit ? Pourtant c'est ce que l'on "croit" quand on utilise l'Isotron de la fig.2 sur la bande 80 m.

- Le deuxième concerne l'expérimentation. Commençons par une expérimentation que tout le monde connaît bien : prenons une grosse plume d'oiseau et une petite bille de plomb de mêmes masses. Dans une enceinte sous vide lâchons les deux éléments du haut de l'enceinte en même temps. C'est connu, ils arriveront ensemble au sol au bout d'un temps que l'on peut calculer avec les lois de la gravité. Maintenant, refaisons l'expérience à l'air libre. Alors, c'est bien connu aussi, la bille de plomb arrivera au sol bien avant la plume. On peut en tirer deux conclusions : soit les lois de la gravité sont différentes dans l'air, soit on a ajouté un paramètre de plus qui se combine avec les lois de la gravité (la résistance de l'air). La première conclusion est faite par un ignorant et la deuxième par un scientifique (ou un ignorant, mais qui a du bon sens). C'est pareil pour le rayonnement des antennes. Quand un système ne semble pas fonctionner selon les lois connues, l'ignorant tente de reformuler les lois alors que c'est tout simplement que l'on a ajouté un paramètre : la liaison coaxiale <sup>(6)</sup>. Si on la supprime, comme N1GX qui a mis la source au ras d'une antenne E-H, alors son (peu de) rayonnement obéit bien aux lois connues. Idem pour une Isotron et pour n'importe quel bidule du même genre (bicyclette d'enfant, sommier métallique, chaise métallique et toute autre fantaisie, dûment adaptés pour obtenir un ROS de 1) <sup>(7)</sup>.

Si après ces explications vous n'êtes pas encore convaincu, c'est que vous êtes imperméable au raisonnement scientifique. Mais rassurez vous, on n'en meurt que très rarement <sup>(8)</sup>.

## Bibliographie

[1] "*Comment ça marche*" concernés :  
Février 2011 : Le courant de gaine  
Septembre 2011 : Electromagnétisme  
Octobre 2011 : Ondes Hertziennes  
Novembre 2011 : Rayonnement de l'antenne  
Mai 2011 : Hauteur effective d'une antenne  
Juin 2011 : Hauteur efficace d'une antenne  
Juillet 2011 : Surface de captation d'une antenne  
Avril 2013 : Le vecteur de Poynting  
Octobre 2013 : La boucle dite "magnétique"

### Articles de F5NB :

"Des ondes et des antennes" Mars 2005  
"Généralités sur les antennes HF" Mai 2005  
" L'antenne HF très courte en émission" Juin 2005  
"Rendement des antennes raccourcies" Juillet 2005  
"Pourquoi les antennes E-H fonctionnent comme n'importe quelles autres antennes" Février 2006  
"En présence de courant, l'antenne fait de la résistance" Octobre 2008  
"A propos de certaines idées reçues sur les antennes" Juillet 2015

Ces articles sont aussi consultables sur le blog de F6KRK "[www.blog.f6krk.org](http://www.blog.f6krk.org)" (catégorie "articles membres", puis "F5NB" ou "Bulletins et gazettes", puis "Comment ça marche ?").

## Notes

- 1) On notera que 25 cm à 21,4 MHz représentent  $1/56^{\text{ème}}$  de  $\lambda$ , soit une longueur (relative) égale au double de celle de l'isotron de la figure 2.
- 2) C'est-à-dire que si l'on voulait que le système rayonne 100 W, il faudrait y faire passer 29 ampères ( $I = \text{racine de } (W/R)$ ).
- 3) [f5nb@r-e-f.org](mailto:f5nb@r-e-f.org)
- 4) Nous avons vu que lorsque nous avons une forme quelconque, on pouvait se ramener à un conducteur rectiligne en déterminant un vecteur "somme" de tous les courants circulant dans le circuit.
- 5) Cette formule n'est pas tombée du ciel. Elle résulte des "équations" de Maxwell, plus précisément des "équations" de Lorenz qui sont compatibles avec Maxwell, mais qui utilisent un univers à trois dimensions au lieu de quatre pour Maxwell (donc les calculs sont plus faciles pour des cas particuliers comme le nôtre).
- 6) Ou un tournevis, comme dans mon exemple. Mais avec une telle antenne, l'obtention du DXCC demanderait forcément beaucoup plus de temps.
- 7) Un problème rencontré par le concepteur d'antennes est de déterminer l'endroit où se fait la séparation entre la source et l'antenne. On peut considérer comme étant dans la source tout ce qui est blindé (cf. F6FQX). Alors la séparation est faite, soit à la sortie de l'émetteur, soit à la sortie de la boîte d'accord si celle-ci est blindée et située juste derrière le P.A.
- 8) A ma connaissance, seuls quelques illuminés qui voulaient se prendre pour Superman en sautant de la Tour Eiffel avec une "voilure réduite" l'ont payé de leur vie.