

# La Force à l'état pur...

La multi mono bande de Force12 avec AC-3 classic, C-3S et C-3SS...  
(F6BKD)

## Avant propos,

Contrairement à ce que l'on peut penser de prime abord, C3 ne signifie pas 3 éléments mais 3 bandes et en l'occurrence 20, 15 & 10m où tout a commencé en configuration 2 éléments classique.

Pourquoi présenter une 2 éléments et surtout dans la configuration dipôle et réflecteur qui bien que théoriquement ne procure pas le meilleur gain (**G**) mais permet une bien meilleure adaptation à 50  $\Omega$ , donc au final un meilleur rendement.

Déjà on peut dire qu'une 2 élé. est le meilleur Perf/Prix/Charge (*the most bang for the buks*) que l'on peu avoir, en tout cas en version mono bande. Le premier élément parasite rajouté est déterminant puisqu'il procure grosso modo un **G** de 4dB soit l'équivalent à l'émission d'un linéaire raisonnable, sans parler l'avantage à la réception avec l'amélioration de S/B.

Deux éléments, c'est aussi un faible impact visuel et un faible charge mécanique, un vénérable rotor Stolle avec roulement en tête de mât tient le coup. Toutefois, dans la présente description, comme il s'agit d'une version optimisée (performance de pointe pour env. 15Kg) il sera préférable d'utiliser un rotor digne de ce nom.

Un passage par la simulation permet de visualiser et de comparer graphiquement les bénéfices d'un ou deux éléments parasites.

Diagram azimuthal (W4RNL)

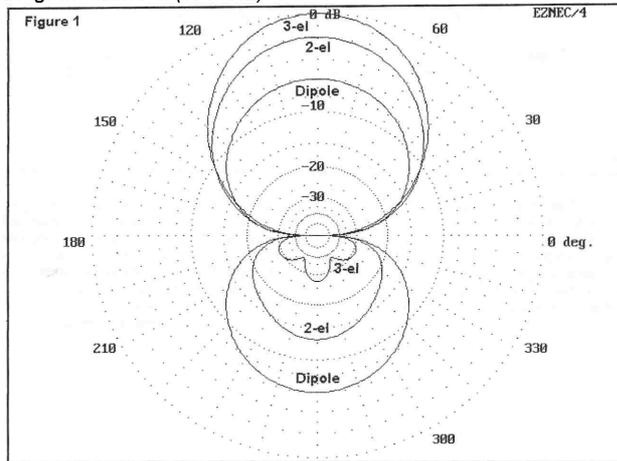


Diagram axial isotropique(W4RNL)

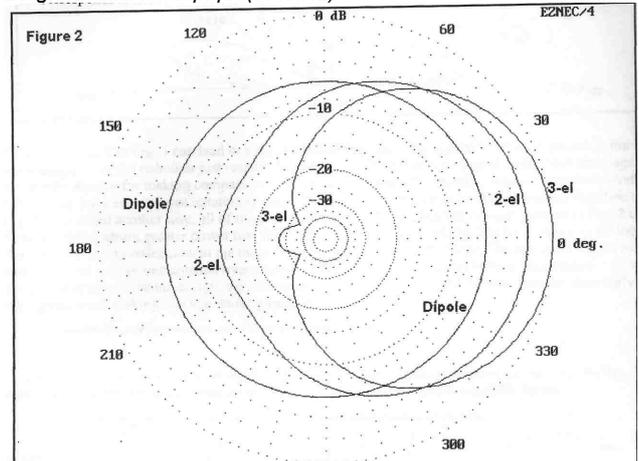
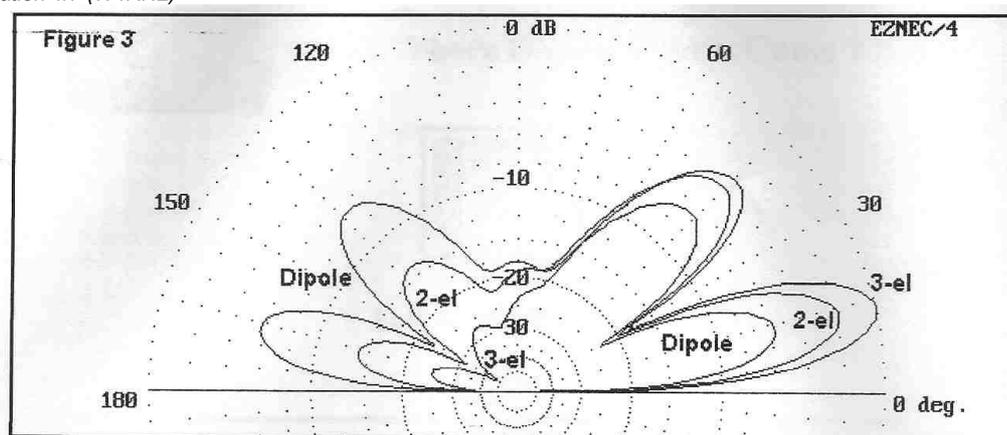


Diagram élévation 1 $\lambda$  (W4RNL)



Coté antennes yagi, si tout a été inventé dans la première partie du siècle dernier avec des trouvailles dans la deuxième partie, les améliorations décisives l'on été à l'avènement des ordinateurs avec les puissances de calcul que l'on sait, mais aussi les programmes de simulation (NEC, YO etc...). Si l'on considère les VHF-UHF, à mon avis c'est sans nul doute grâce aux travaux de DI6WU & DJ9BV (creuset de Flexa yagi) et pour HF ceux de N6BT qui après un long cheminement a fait

partager ses connaissances avec ses publications (ex : *Simple & fun antennas for Hams*) sur de nombreuses simulations et essais et in fine, de fonder en 1991, Force 12 pour obtenir le succès que l'on sait.

La particularité de ses antennes est l'utilisation de rivets aluminium « POP™ avec pince ad-hoc » sur des éléments tubulaires légers. Un des premiers modèles à succès a été la C3 qui consiste en fait en une mono bande à 2 éléments (réflecteur & dipôle), bôme courte (5,4m pourtant, on verra pourquoi) dont les éléments sont judicieusement inter lacés et combinés (et c'est le secret) pour fonctionner de façon optimale (soit en quasi mono bande) avec un bonus d'un élément supplémentaire (lui aussi judicieusement placé) pour le 10m. Le tout sans trappes, donc offrant des performance supérieures à n'importe qu'elle yagi 3 éléments à trappes et une résistance mécanique supérieure à 120Km/h.

Il existe une version renforcée 160Km/h.

Devant le succès commercial, le modèle C-3 a été décliné en différentes versions :

- La plus compacte, C-3S
- Encore plus compacte, C-3SS, avec induction linéaire sur 20m
- Un peu plus grande, C-3XL, 9,6m de bôme, 3 élém. 20 & 15m mais 4élé. sur 10m
- La plus grande, la C-4S qui inclus le 40m (1 élém.)
- Ecore plus grande, la C-4XL qui inclus 2élé. sur 40m – certes raccourcis mais tout de même
- La C-31XL, évolution en 3éléments, et là , il faut bien le dire, on change de classe *qui fera l'objet d'une future description-*

### Le vif du sujet,

Comme dans la plupart des cas, l'aluminium règne en maître, avec comme nouveauté, très peu de boulons mais des rivets qu'il faudra tout de même poser avec soins. Pour une utilisation temporaire, (ex fielday) nous avons juste expérimenté la pose de rivets simplement scotchés et cela s'est avéré suffisant pour la durée de l'exercice.

Donc pas de trappes mais 2 éléments (isolés ) dévolus à chaque bande (dès lors total 6 ou 7) judicieusement inter lacés sur une bôme en 3 tronçons (repérés).

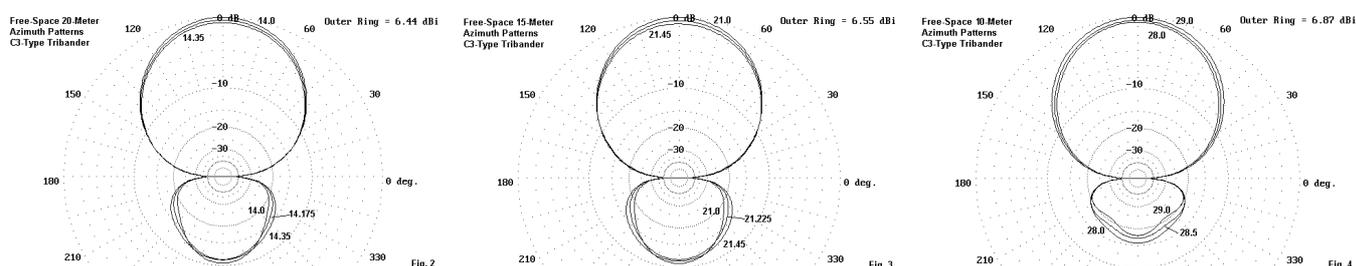
Aucune confusion possible sur la position des éléments car les supports sont rivetés d'origine en usine. De plus le manuel 12 pages est un guide pas à pas (*pour les anciens, à là Heatkit*) accompagné de dessins et photos.

La fréquence centrale de travail (**f0**) pour le 15m et le 10m doit –être déterminée avant rivetage et permet 3 ou 4 choix. Vous l'aurez compris, sur 20m, la **Bp** est suffisante, sauf, à mon avis pour C3SS et un PA à transistors. – *En effet la Bp est spécifié pour un ROS de 2 , mais la plupart des PA à transistors limitent à 1,5 -*

### La famille en détails,

La version de base C-3 (réflecteur – radiateur) a une bôme de 5,4m car les éléments 10m sont devant (un directeur) et il y a un double dipôle (question de **Bp**), avec deux radiateurs.

Ce qui selon les diagramme de W4RNL ci dessous nous montre un **G** de 6.55dBi sur le 20 & 15m et 6.87dBi sur 10m.



Un re-design avec la C-3S les a fait revenir de façon presque conventionnelle et la bôme est ainsi ramenée à 3,6m, avec un **Av/Ar** moyen de 14dB.

La C-3 classic quand à elle nécessite un diamètre de 6m .

La petite sœur, la C-3SS, encore plus petite (mais pas sans performances) avec la même bôme mais une subtilité dans les éléments 20m qui sont raccourcis par une boucle d'induction linéaire (*Linear Loaded*) en rond d'aluminium ce qui ramène son rayon de rotation à 4 m avec comme compromis une légère perte de **G** (0.2dB) mais un meilleur **Av/Ar**.

L'ensemble tient dans un paquet de 1,2m ce qui en fait un choix intéressant pour une Dx 'Ped. Enfin, c'est aussi le choix quasi parfait pour un terrasse d'immeuble.

### Les innovations techniques,

La mécanique avec les éléments rivetés ainsi que la fixation sur la bôme, donc plus jamais d'éléments qui battent de l'aile. Qui n'est pas remonté au pylône après une bourrasque ?

Les éléments sont certes télescopiques, mais les tronçons sont courts et légers, donc une charge alaire réduite.

L'alimentation par câble coaxial (là rien de nouveau) mais. Pour la C-3, raccordé sur un seul élément, le 20m en l'occurrence. Les autres éléments sont alimentés en « open sleeve\* », donc juste couplés comme des éléments parasites...et ça fonctionne plutôt bien.

Pour la C-3SS, c'est tout différents puisque ce sont les 3 dipôles qui sont alimentés en parallèle

Pour le balun, juste un « choke balun » et l'affaire est faite – KISS –

Extrait manuel Force 12

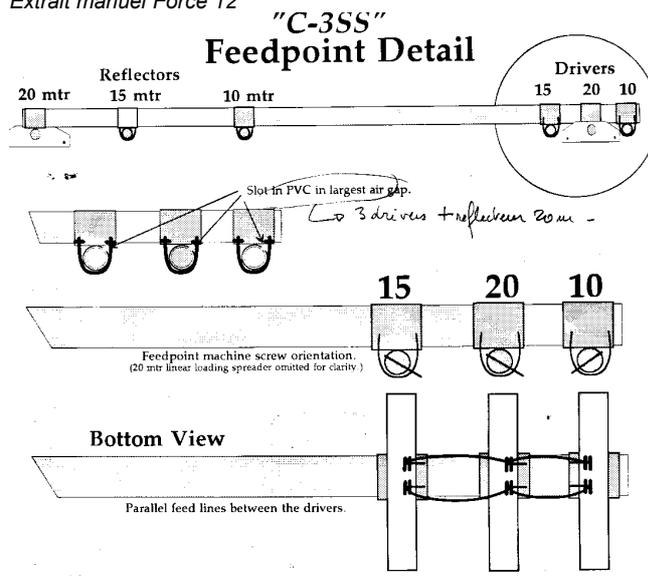


Photo F2FZ



NB : le capteur météo est bien là, mais on distingue très bien les boucles sur le radiateur 20m.

### L'assemblage,

Donc, pas de trappes, mais des éléments et des longueur de bôme différente.

Rappel: C-3, 7 élé. sur 5,4m, C3S & SS, 6élé. sur 3,6m.

Photo : C3-S le fagot de 14kg : F6BKD



Les éléments sont renforcés au centre par une section de tube interne riveté d'origine. Leur isolation par rapport à la bôme est en tube de PVC et l'isolateur central du dipôle est en fibre de verre

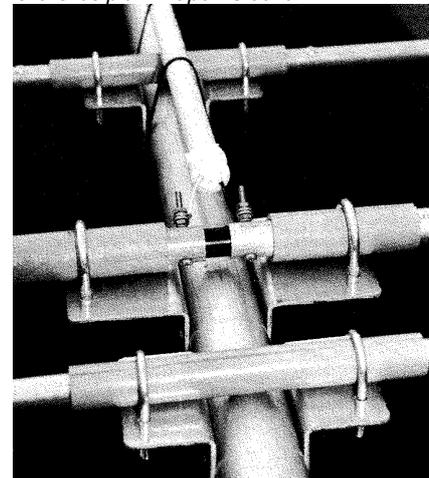
Les rivets (en aluminium) sont une alternative intéressante et bien moins coûteuse que la visserie inox. Toutefois il faut apporter un certain soins à la pose et ne pas hésiter a retirer les sertissages douteux. En effet il ne doit subsister aucun jeux, rien ne s'arrangera une fois l'ensemble installé en haut du pylône.

Ci-contre un gros plan sur les dipôles de la C-3, observez l'isolation des éléments avec comme particularité l'alimentation unique sur l'élément 20m.

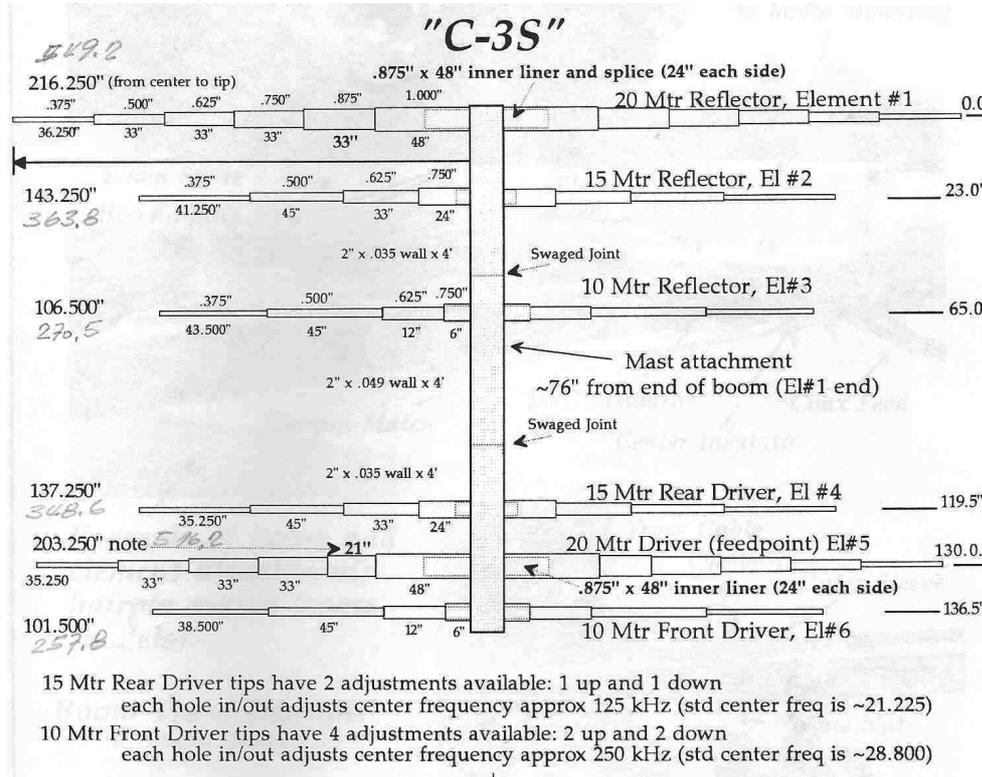
En effet, le 15m et le 10m sont alimentés uniquement par couplage résonnant\* – il n'y a pas d'alimentation directe – En principe il faudrait garantir un espacement rigoureux (de l'ordre du cm) tout au long du demi-élément de façon à éviter toute fluctuation du ROS lors des jours de grand vent.

NDLA : Dans la vallée du Rhône, comme c'est et la moitié du temps, il serait souhaitable d'investir dans quelques entretoises de plexiglas garantissant le dit espacement - stabilité du couplage -

C-3 Gros plan « Open Sleeve\* »



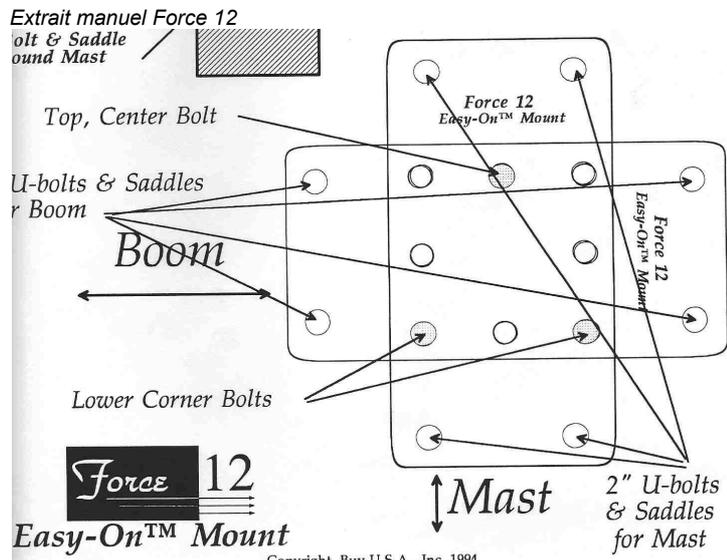
Extrait manuel Force 12



Pour la légèreté, le diamètre de départ des éléments 20m est de 25,4 mm et se termine par du 9,5mm. Rien que l'on ne trouve pas chez ? Alfer(<http://www.alfer.fr/>) Comme une partie est pré assemblée d'usine, en moins de 2h le travail est fait. Il faut juste choisir les positions pour le 15m et le 10m, par défaut la position médiane a été choisi et nous a pas trop mal réussi. Il est quasiment impossible de ce tromper, même si l'on ne suit pas vraiment la notice - ce qui arrive très souvent, particulièrement en travail de groupe, c'est l'autre qui sait et c'est moi qui me trompe ! -

### La fixation sur le mât,

Comme son nom l'indique, Easy-On Mount™, les choses sont facilitées pour un passage d'une configuration verticale lorsque l'on hisse l'antenne le long du mât, en configuration horizontale. Le faible poids de l'ensemble aide aussi. Bien sûr, si vous avez un chariot, le problème ne se pose pas.



### Le bonus,

C'est un peu de la pub, mais sur 17 & 12m, le ROS étant inférieur à 3, il peut-être ramené par une boîte d'accord et l'antenne a un gain substantiel d'environ 2dB. Autant vous dire tout de suite que ce genre d'ersatz n'est pas mon truc, mais enfin si l'on le fait en toute connaissance de cause, pourquoi pas.

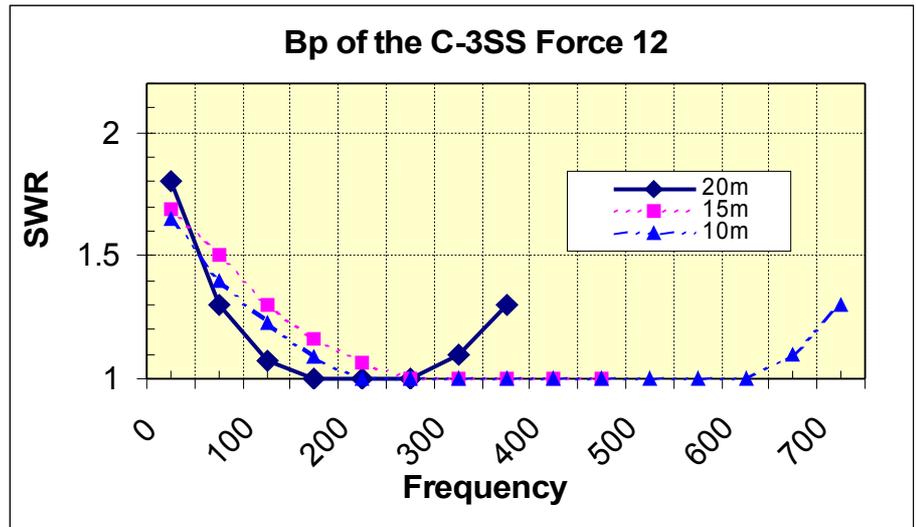
### Alors, cette petite C-3SS,

Mais elle a tout d'une grande, au bout d'un coaxial RG213 de 30m, ça ROSe plutôt bien.

Photo : F2FZ



Diagram :F6BKD



Le choix par défaut n'est pas favorable à la sous bande CW...

### Conclusion,

Certes en matière d'antennes, le choix est plutôt vaste.

Certainement nous avons là une famille qui mérite réflexion, pur produit de la modélisation et avec certaines innovations. Comme souvent, cela représente un investissement non négligeable, mais il y a toujours la capacité créatrice de l'OM individuel qui peut entrer en ligne de compte.

La -3 peut recevoir un kit de conversion, le C-4C ce qui la transformera en C-4S avec un dipôle à induction linéaire alimenté séparément sur 40m. En fait c'est le EF140S...

Alors comme le succès donne des idées, de ce côté ci de la mare au hareng, nous avons OptiBeam mais... à chacun de se forger une opinion, vous imaginez bien que la nôtre est faite... surtout en ce qui concerne le support technique et le SAV.

Une des grandes sœur de la famille, bien que cela soit la dernière est aussi bien réussie. Il s'agit de la C-31XR qui fera l'objet d'une prochaine description.

Et là, on va entrer dans la cour des grands...

### Epilogue,

Comme bien souvent, une idée en entraîne une autre et avec la modélisation, on peu analyser et disséquer et explorer par exemple, si l'on a vraiment atteint le dernier degré de la perfection.

C'est l'exercice auquel s'est livré W4RNL dans « Moxon-Modifying the C3-Type Tri-bander » en reconstruisant (par modélisation) théoriquement la C3, et nous nous attarderons un peu sur le 20m.

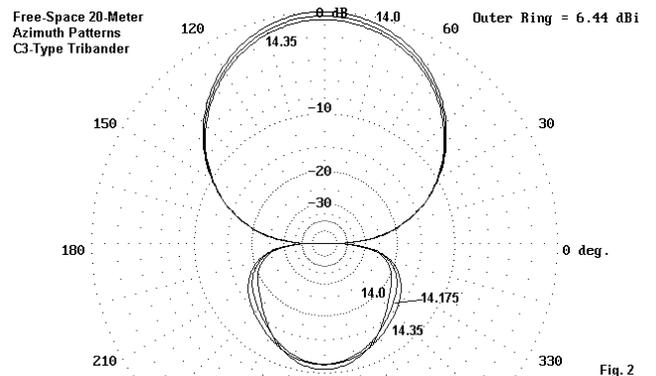
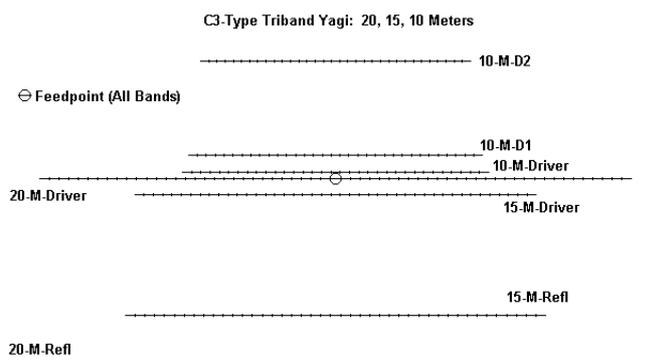
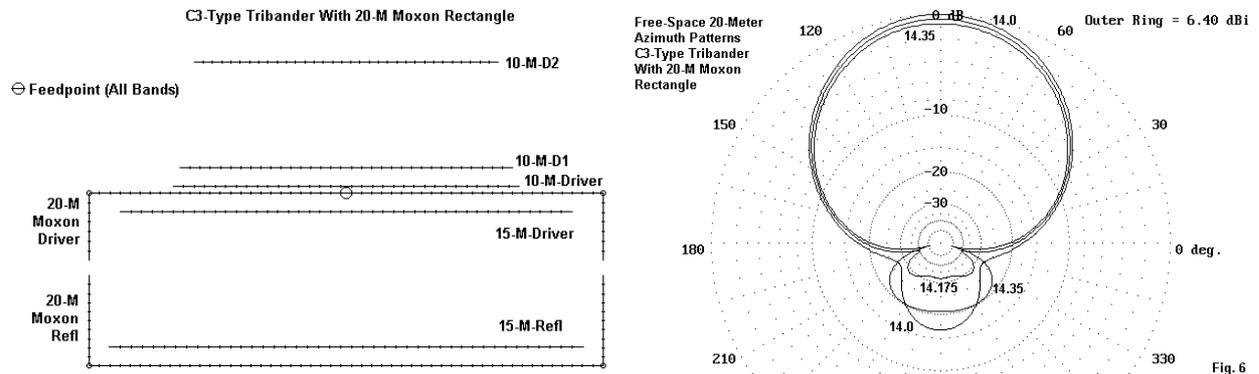


Fig. 2

L'idée finale étant de vérifier si par une réduction des dimensions autre que l'induction linéaire on pouvait, par exemple avec une configuration Moxon, conserver des performances de pointes.



Avec donc un encombrement réduit, l'amélioration du **Av/Ar** est évidente et ce même avec un angle d'ouverture augmenté de 10°.

Evidement, on peut se poser la question si cela en vaut la peine comparé aux inévitables problèmes de construction mécanique et de tenue au vent, mais bon, tout porte à croire que OptiBeam a trouvé des solutions satisfaisantes (en tous cas la construction est plus robuste) car ils ont réalisé des « hybrides » telles que la OB6-3M ou encore la OBW-10-5 – Cinq bandes sur une bôme de 3,9m et une envergure de 7,7m. Dans ce dernier cas, peu d'aluminium, juste utilisé pour l'armature, les éléments étant filaires...

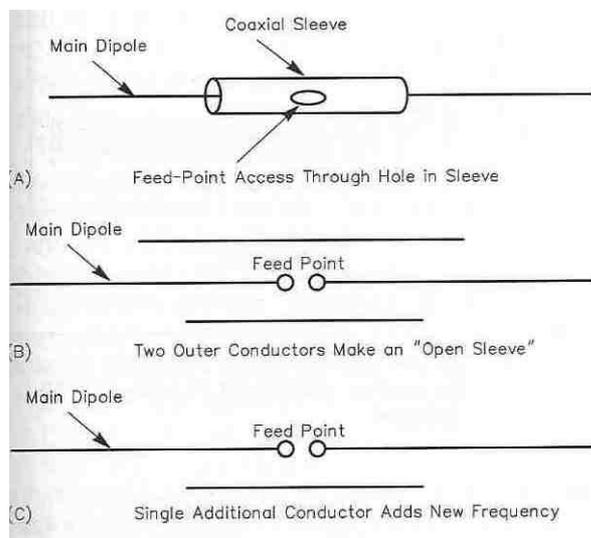
Bon bang & 73---Bernard---F6BKD---

Bibliographie : Force 12, W4RNL, ARRL Antennas HB, remerciements à F2FZ.

### Encart technique

Libre adaptation selon K9AY

\*Open sleeve ou encore Coupled Resonator,

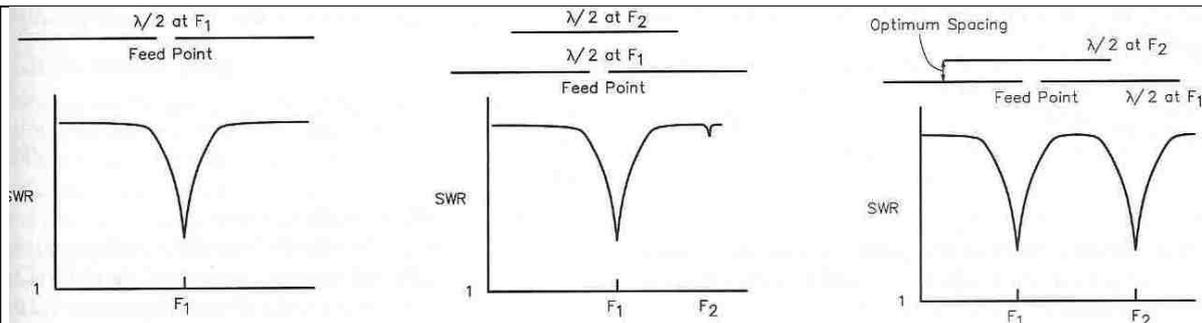


Bien qu'inventé en 1946, ce n'est qu'assez récemment que l'application se démocratise. Les précurseurs ayant été Gonset avec une mécanique pas très rationnelle (fig A) l'idée a été reprise quelques années plus tard avec l'évolution en « Coupled Resonator » où pour rester avec les mêmes abréviations nous traduirons par **Couplage Résonnant**. Hy-gain en a réalisé la première commercialisation avec l'Explorateur (non, la Vénus n'avais pas ce système) suivi de quelques autres, et notamment Force 12. l'évolution a démontré qu'il n'était pas nécessaire d'avoir des éléments symétrique ce qui ouvrait la porte à des possibilités de multi bandes.

Rien ne dis que l'application se limite aux dipôles et c'est ainsi que quelques OM's ont expérimentés avec succès les verticales.

Dans les années 70, un OM Suisse (publication juste dans L'Old Man) et plus près de nous K9AY (oui celui de la boucle) qui avec la publication anglaise dans *Antenna Compendium 5* a couvert un autre horizon.

Cette faculté de couplage est prévisible si l'on recherche des points de résonance sur une large bande (c'est aussi l'affaire d'une équation). L'impédance est aussi une variable qui dépend non seulement du diamètre des deux conducteurs mais aussi de leur espacement.



En A, le SWR d'un dipôle sur une large bande, en B, l'inter réaction d'un deuxième conducteur. placé a proximité et en C, l'optimisation de l'espacement en ayant le système adapté sur les deux fréquences. Rien n'interdit de rajouter d'autres conducteurs pour faire f3, f4 etc

On en retire de multiples avantages :

- Multi bandes sans trappes
- Adaptation d'impédance
- Réglages assez indépendant des f0, mais tout de mêmes avec des inter action dues au couplage capacitif
- Conducteurs indépendants (sans isolation centrale)
- Effet directif
- Modélisation

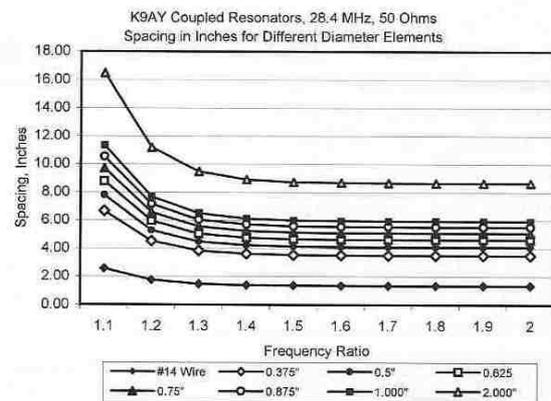
Et juste quelques inconvénients :

- Charge au vent & poids
- Construction plus complexe
- **Bp** plus étroite avec selon les cas, une atténuation du **Av/Ar**

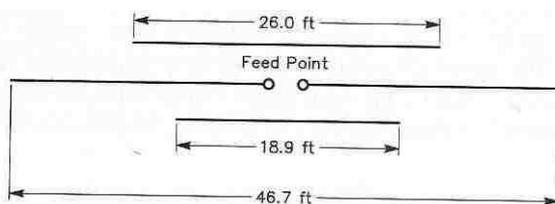
Ci-contre exemple de deux éléments **CR** avec un rapport de fréquence de 1,5/1 soit 28,4 MHz & 18,1 MHz pour un **Z** alimentation de 50  $\Omega$ .

La dépendance de l'espacement fonction du diamètre des conducteurs est clairement démontrée.

Du fait du couplage capacitif qui doit être rigoureux (entretoises garantissant le parallélisme) les éléments devront être de 1 à 2% plus log que la f0 théorique. Ceci laisse donc un champ d'expérimentation, soit pratique, soit théorique avec la modélisation Eznecc où toutefois il y a lieu d'être expérimenté pour la segmentation et l'alignement.



L'exemple d'un multi dipôle bandes WARC



Pour le 18MHz :

- Si fil de 3,31mm<sup>2</sup> => espac.50mm
- Si fil de 2,08mm<sup>2</sup> => espac.37mm
- Si tube de 2,54 => espac. 17,5 cm

Pour le 24MHz :

- Si fil de 3,31mm<sup>2</sup> => espac.50mm
- Si fil de 2,08mm<sup>2</sup> => espac.37mm
- Si tube de 2,54 => espac. 17,5 cm

Evidement, retouches selon si configuration différente – montage en V inversé -

Si le **Couplage Résonant** ne représente pas une solution universelle pour des antennes multi bandes, il peut être une alternative valable à l'utilisation de trappes et de boîte d'accord au prix d'une construction plus compliquée, mais sans compromis sur l'efficacité.

Bonnes expérimentations & 73---Bernard---F6BKD---