

Phaser / déphaser 2 yagis couplées - solution et bénéfices.

Patrick Destrem, F6IRF/CN2WW

1. introduction

Disposant de 2 yagis à la maison pour "contester" en SO2R, je me suis rapidement rendu compte qu'il était parfois très utile d'utiliser les 2 antennes sur la même bande. Par exemple en été, lorsque la bande 20m reste ouverte sur l'Asie alors qu'elle est ouverte sur l'Amérique du Nord. Pointer une antenne dans chaque direction, et commuter d'une à l'autre était le premier pas évident pour éviter d'avoir à tourner une antenne continuellement. Logiquement l'idée est rapidement venue d'alimenter les 2 antennes. J'ai d'abord utilisé un "UNUN" pour adapter l'impédance des 2 antennes mises en parallèle, mais cette solution, bien que fonctionnant, manquait de flexibilité. J'ai alors fait l'acquisition d'un "stackmatch"(Array-solutions) qui me permettait de commuter au choix, une antenne, l'autre ou les deux. En utilisant ce système, j'ai rapidement réalisé qu'il manquait encore quelque chose: si je voulais utiliser au mieux le système, je devais être en mesure de jouer sur la relation de phase entre les deux antennes. J'ai alors cherché si quelqu'un vendait ou avait décrit un tel système, mais n'ayant rien trouvé (*), j'ai décidé d'essayer quelque chose de mon cru.

En voici la description.

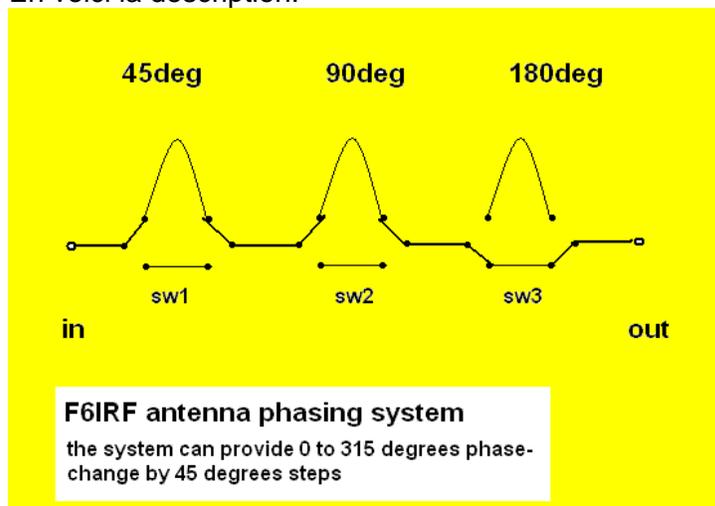
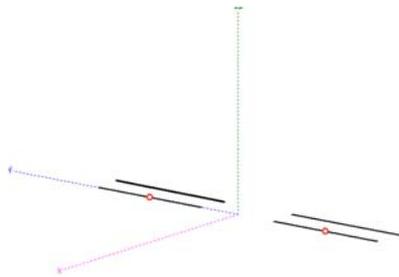


fig1 Ce système très simple, requiert juste 3 commutateurs à 2 positions et 2 circuits. Le retard est obtenu grâce à l'utilisation de 3 lignes en coax 50ohms: une ligne 1/8 d'onde (45 degrés), une 1/4 d'onde (90 degrés) et une 1/2 onde (180 degrés). En combinant les 3 à volonté, on obtient un système, permettant de retarder la phase d'une antenne d'une valeur comprise entre 0 et 315 degrés, ce par pas de 45 degrés (par ex. 135 est obtenu en mettant en série la ligne 1/4 avec la ligne 1/8 et en court-circuitant la ligne 1/2). Bien sur le système est inséré en aval du stackmatch sur l'une des deux lignes d'antenne. La réalisation "vite fait" utilise des commutateurs de puissance (capables de passer 15A), et des lignes coaxial en câble "foam" 5D-FB. Compte tenu de la qualité du câble, et de la fréquence utilisée, les pertes et la désadaptation sont négligeables.



fig2 Le système en service pendant le CQWWDX CW 2006, depuis CN2WW. Depuis le Maroc, il est très précieux de garder une antenne de façon permanente vers l'Europe (gros pourvoyeurs de points) et d'utiliser l'autre pour exploiter des directions exotiques afin d'attirer quelques précieux multiplicateurs. Le dimanche, lorsque le pile-up commence à s'essouffler, il est intéressant de "booster le rate" en ayant une antenne sur l'Europe et une sur les Etats-Unis.

2. Applications possibles et bénéfiques.



2.1 exemple 1: les 2 antennes sont à 12m, et dans le même plan, perpendiculaire à la direction désirée, et séparées par 0.8 lambdas (c'est ma configuration domestique en direction du Japon). Comme montré sur ces images, le fait de faire varier la relation de phase entre les antennes, permet un ajustement de la direction, ce qui est particulièrement utile en raison de l'étroitesse du lobe horizontal (et ce ne sont que des 2 éléments !).

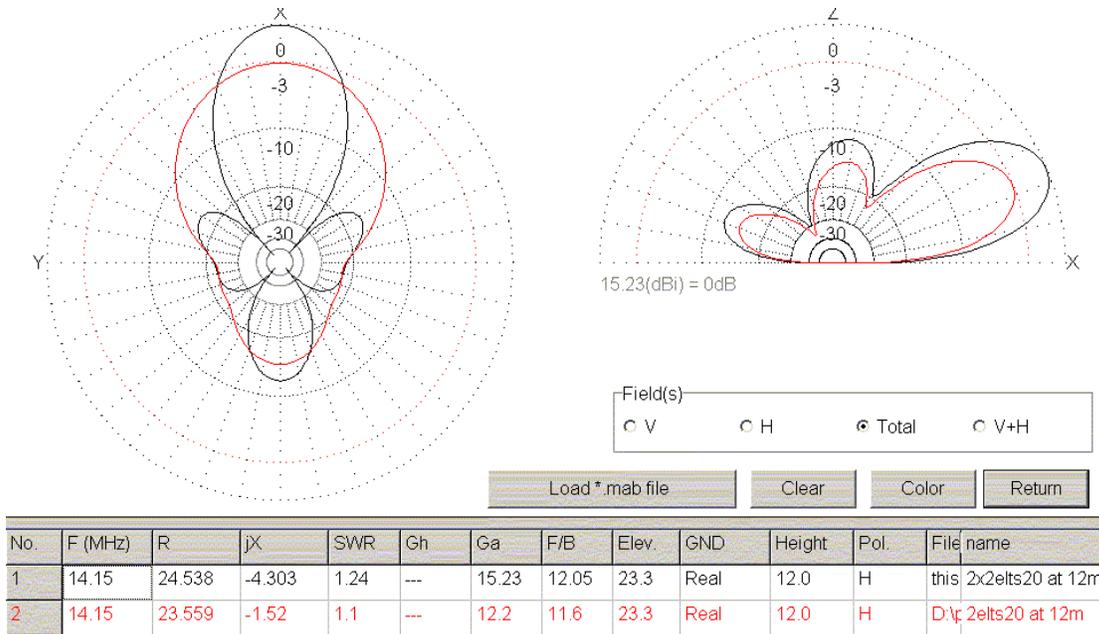


fig3 les 2 antennes sont dans le même plan perpendiculaire à la direction désirée, espacées horizontalement de 0.8λ et alimentées en phase (par ex. antennes identiques, avec lignes de longueurs identiques). En rouge le diagramme de rayonnement d'une antenne. Le gain du groupement est de 3dB, mais le diagramme horizontal devient très étroit.

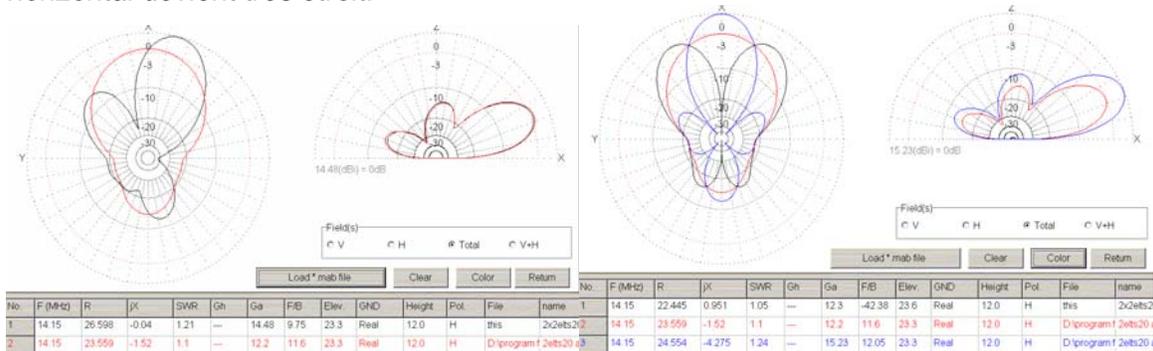


fig4 et 4b: A Gauche une des deux antennes est alimentée avec une différence de phase de 90 degrés (en rouge le diagramme d'une antenne seule). A droite, Une antenne est alimentée avec une différence de phase de 180 degrés. Le diagramme devient bidirectionnel avec un nul dans la direction initiale (en bleu le diagramme du stack). En faisant varier la phase, il est donc possible d'ajuster la direction du groupement entre 0 et +/- 30 degrés par rapport a la direction principale.

2.2 exemple 2: les antennes ne sont plus sur le même plan, et une antenne est tournée de 45 degrés.

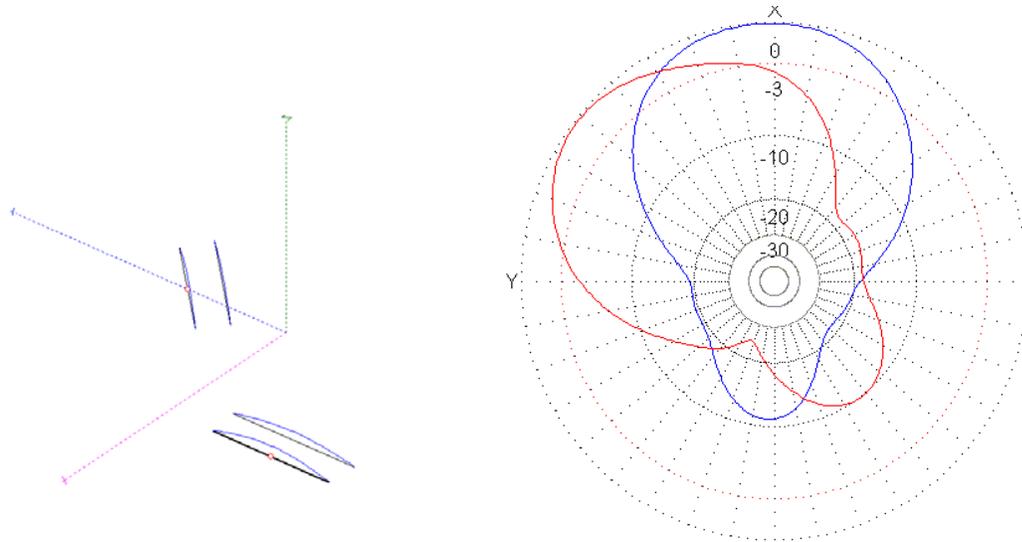


fig5: le diagramme de chaque antenne alimentée séparément. A noter que le diagramme arrière est notablement affecté par la présence de l'autre antenne.

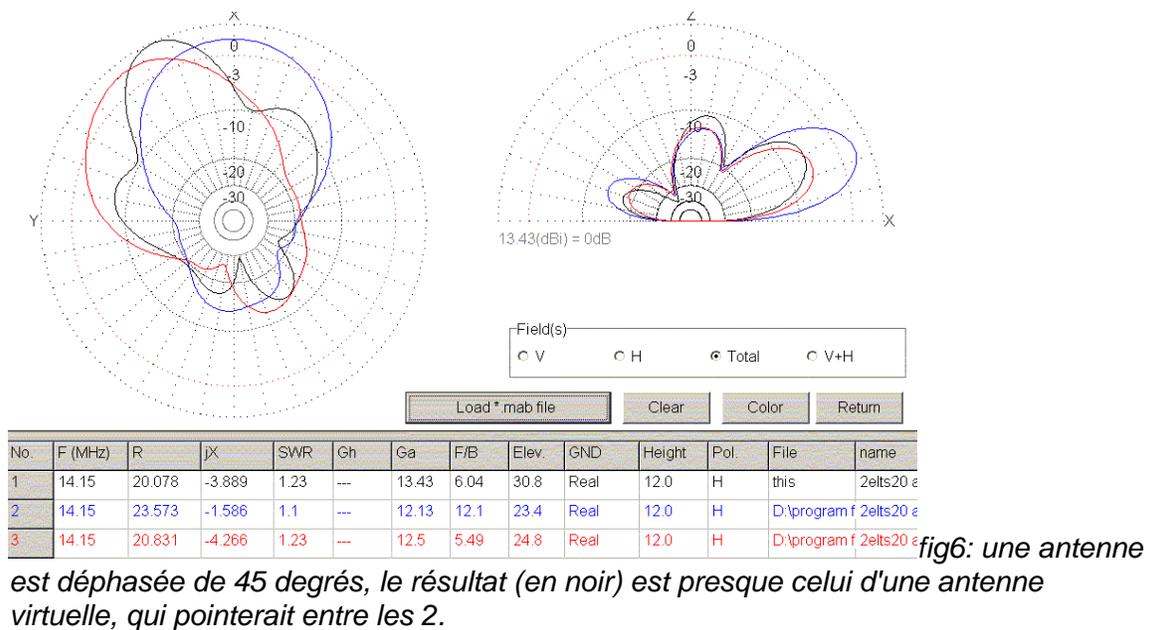


fig6: une antenne est déphasée de 45 degrés, le résultat (en noir) est presque celui d'une antenne virtuelle, qui pointerait entre les 2.

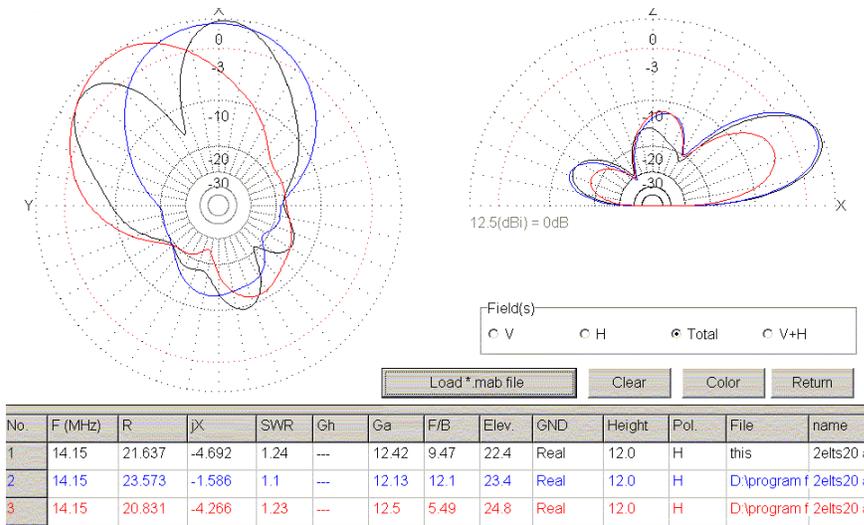


fig7: La relation de phase est maintenant 225 degrés. Le diagramme "bidirectionnel" est presque restauré.

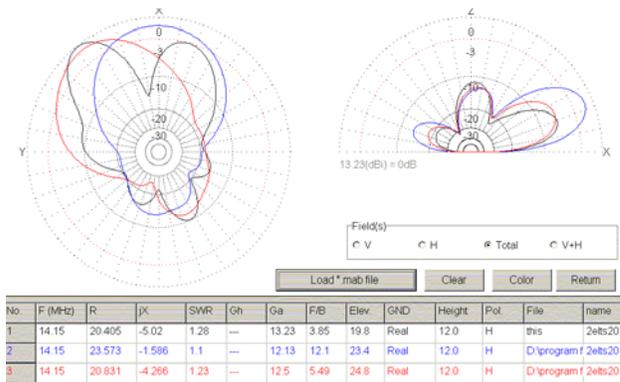
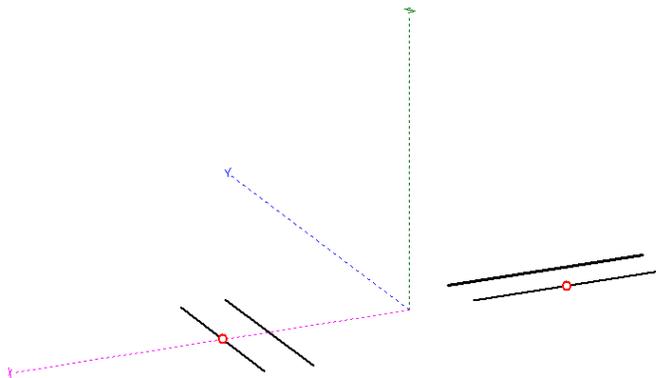


fig8: la relation de phase est 315 degrés, le diagramme bidirectionnel résiste, mais avec un avantage notable pour l'une des deux antennes.

2.3 exemple 3: Ici les 2 antennes pointent dans des directions à 90 degrés (voir fig 9). On pourrait penser que la relation de phase, n'a guère d'importance dans ce cas... ce n'est qu'en partie vrai !



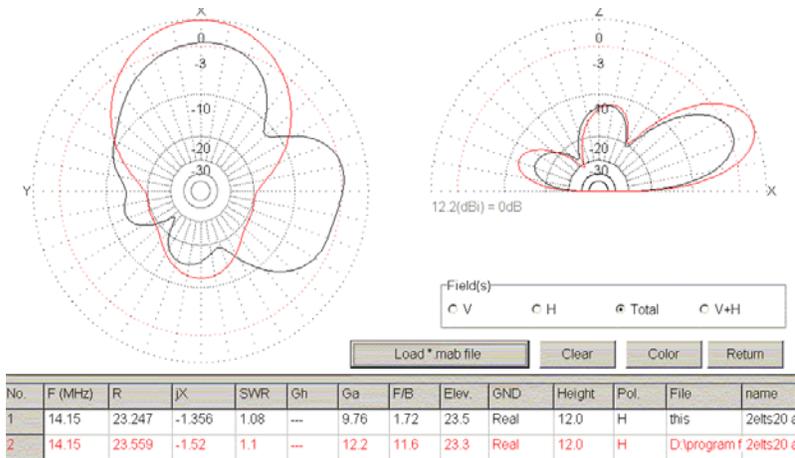


Fig 10: les 2 antennes sont alimentées en phase; le diagramme bidirectionnel est bien, mais avec quelques distorsions (en rouge le diagramme d'une antenne seule). La perte de 3dB est normale, si on tient compte du fait que la puissance est répartie dans les 2 antennes.

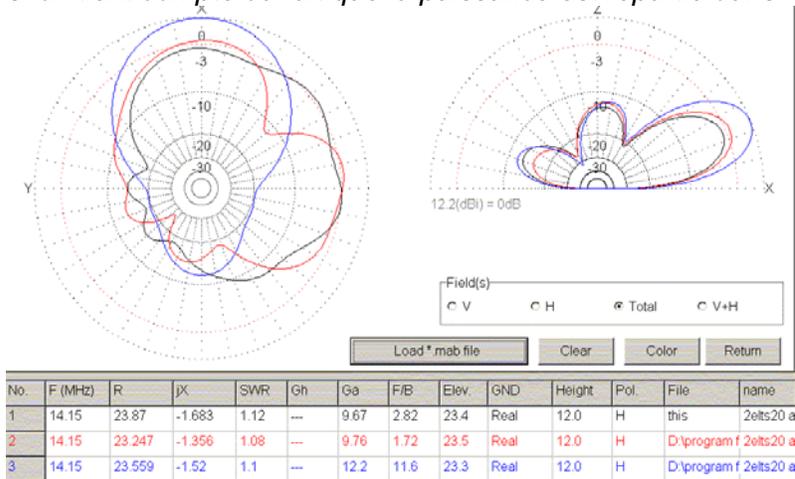


Fig 11: Les 2 antennes alimentées avec une différence de phase de 180 degrés (en rouge les 2 antennes en phase, en bleu une seule antenne est alimentée)

2.4 exemple 4: comme dans l' exemple 2 les 2 antennes sont a 45 degrés, mais c'est l'autre antenne qui a été tournée.

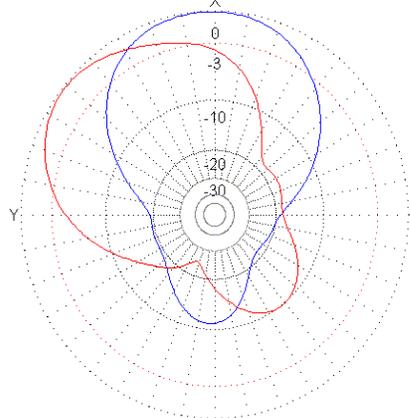


Fig13 le diagramme de chaque antenne alimentée séparément.

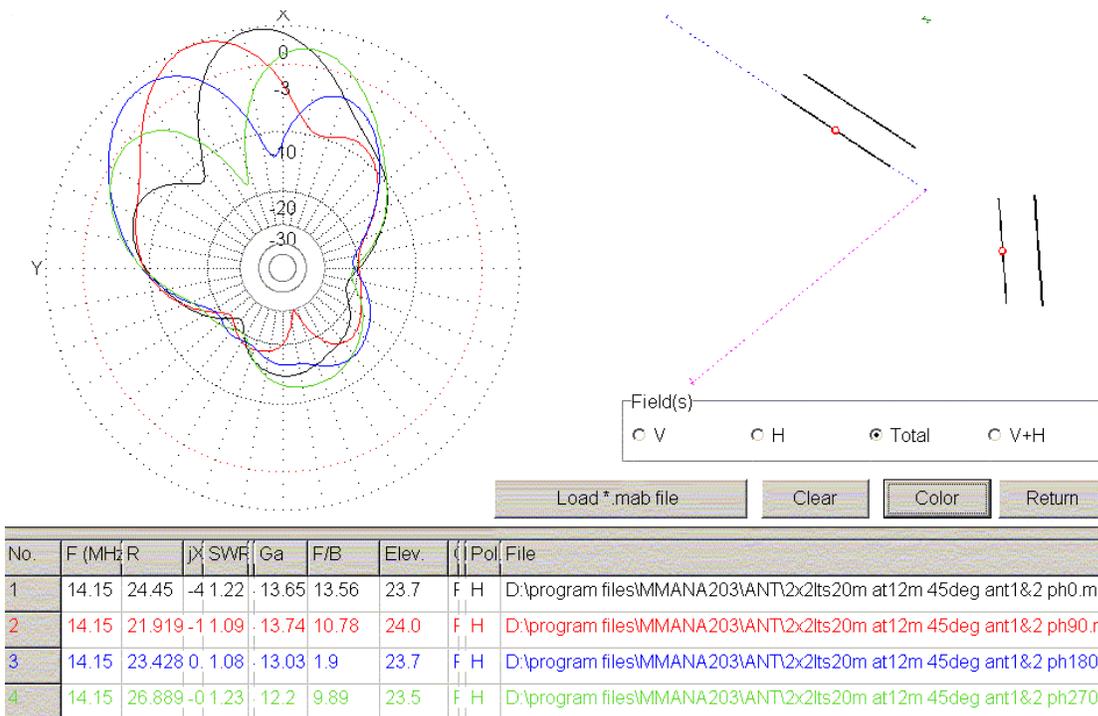


fig14: Les digrammes obtenus en alimentant les antennes avec une relation de phase de 0, 90, 180 et 270 degrés.

3. Commentaires: J'ai construit ce système spécifiquement pour la bande 20m. Toutefois il est également utilisable sur 10 et 15 (avec des pas de 90 degrés sur 10, et quelque chose d'intermédiaire sur 15). On pourrait également l'utiliser sur 40, mais on est alors limité à $315/2 = 157.5$ degrés. Bien sûr il est toujours possible d'ajouter des lignes et des commutateurs pour rendre le système plus polyvalent, mais l'espacement des antennes doit alors être compromis (0.8 lambdas donne un bon compromis gain/sidelobes avec des antennes courtes). Toutes les simulations ont été faites avec MMANA203 de JE3HHT, et vérifiées avec NEC2 (grâce à NEC2 for MMANA par UA3AVR - qui permet la conversion de fichiers MMANA au format NEC2)

4. Est ce que ça marche?

La réponse est oui ! La manoeuvre d'un commutateur est souvent suffisante pour sortir une station du bruit et du QRM... j'ai pu le vérifier à maintes reprises en contest.



fig15. A gauche ma configuration domestique, expérimentée dans plus de 30 contests (1steppIR 2 elts, et une OB6-3M, les deux antennes sont alignées, pour donner le meilleur en direction du Japon). A droite la configuration utilisée depuis CN2WW (spiderbeam 3 éléments et SteppIR 3 éléments 3 éléments. Egalement alignées pour donner le meilleur vers le Japon)

(*) Pour être précis Array-solutions, commercialise un déphaseur 180 degrés, qui permet d'obtenir un angle de rayonnement élevé avec deux antennes stackées verticalement. « Stackmatch » est un produit de array-solutions <http://www.array-solutions.com/>

Copyright Patrick Destrem, Décembre 2006
Reproduction possible sur autorisation préalable.