

Antenne patch pour le 23cm

Par Yves OESCH / HB9DTX, janvier/avril 2010

Introduction

J'ai longtemps reçu le relais HB9IBC-2 de Cuarny en 23cm avec des conditions très modestes: un simple dipôle monté sur une fiche BNC, directement branché derrière un récepteur satellite numérique et l'affaire était jouée. Comble de la simplicité, le tout est placé sur une étagère à l'intérieur du QRA. Une baie vitrée donne en effet en direction du relais qui est à vue!

J'ai du déménager le shack dans une autre pièce. Parallèlement à cela des modifications ont été apportées au niveau du relais, et le pointage de son antenne 23cm a été légèrement modifié, ce qui fait que je ne suis plus droit dans l'axe principal. La réception « QRP » avec un dipôle est devenue vraiment limite et intermittente, clairement insuffisante en pratique.

J'avais pourtant envie de garder ce système simple, peu encombrant et « waterproof ». Il me fallait donc un peu plus de gain à l'antenne. Ce surplus de gain, en plus d'améliorer directement le signal reçu, limite également les réflexions parasite (multi-path dans le jargon), qui apparaissent inévitablement dans les systèmes utilisés en intérieur, ce qui est le cas de ma petite installation bricolée. Double bonus donc. Par contre hors de question d'installer une yaggi 21 éléments dans le salon!

Antenne « Patch », définition selon *wikipedia*

*L'antenne planaire ou patch (en anglais) est une **antenne plane** dont l'élément rayonnant est une surface conductrice généralement carrée, séparée d'un plan réflecteur conducteur par une lame diélectrique. Sa réalisation ressemble à un circuit imprimé double face, substrat, et est donc favorable à une production industrielle. Elle peut être utilisée seule ou comme élément d'un réseau.*

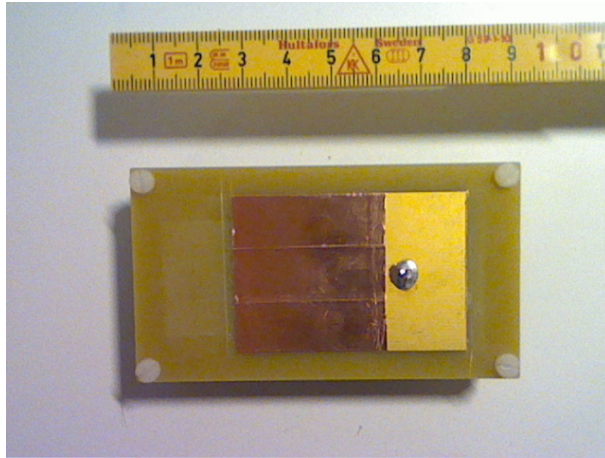
Les antennes planaires sont utilisées lorsqu'on veut réduire l'encombrement d'une antenne, notamment sa hauteur au-dessus d'un plan de masse, par exemple sur les émetteurs-récepteurs portables de radiocommunications, sur les récepteurs GPS, ... Les antennes planaires en réseau sont employées en [Wi-Fi](#), en [radioamateurisme](#) et dans de nombreuses transmissions professionnelles. L'antenne patch en réseau actif est une des technologies permettant la réalisation des antennes radar à faisceau contrôlé, en navigation aérienne, surveillance ou observation de la Terre par satellite.

Design

J'ai eu la chance d'avoir accès à un simulateur électromagnétique commercial, à du matériel de mesure et à des chutes de circuit imprimé utilisable en hautes fréquences. Après quelques simulations pour trouver une taille de patch résonnant plus ou moins autour de 1280 MHz, j'ai ensuite réalisé le patch au moyen de cuivre autocollant et d'un scalpel.

Je l'ai volontairement taillé un peu trop grand, histoire de pouvoir affiner la coupe à l'analyseur de réseau. C'est toujours plus facile de couper que de rallonger le cuivre!

Finalement le résultat est le suivant:



Vue de dessus.

La partie rajoutée en cuivre autocollant et les traits de scalpel sont bien visibles



Vue de dessous avec le connecteur SMA monté sur le plan de masse



Vue de profil. On distingue le sandwich des 2 plaques de PCB

Les dimensions sont les suivantes:

Longueur du patch: 54 mm

Largeur du patch: 36 mm

Distance entre feed et bord du patch: 15 mm (le feed est centré dans la largeur du patch)

Épaisseur totale: 4.8mm

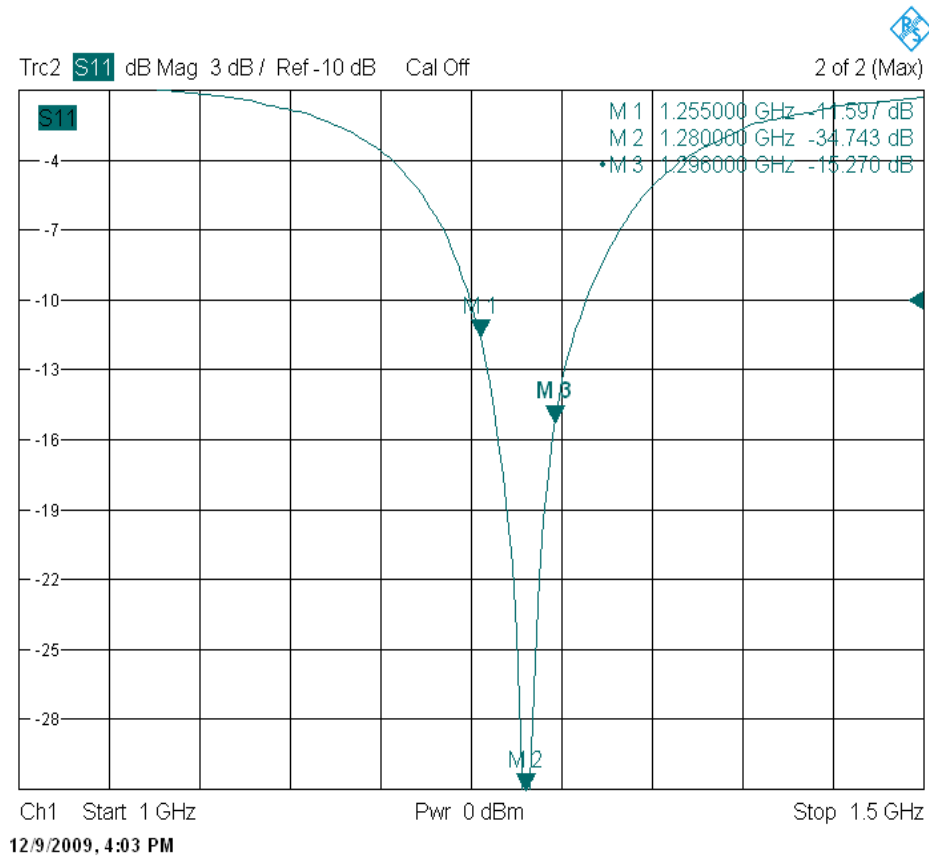
Sinon le plan de masse couvre toute la face inférieure du PCB et fait 90x50 mm², mais cette dimension n'est pas critique, de même que le positionnement du patch, grossièrement centré sur le

plan de masse

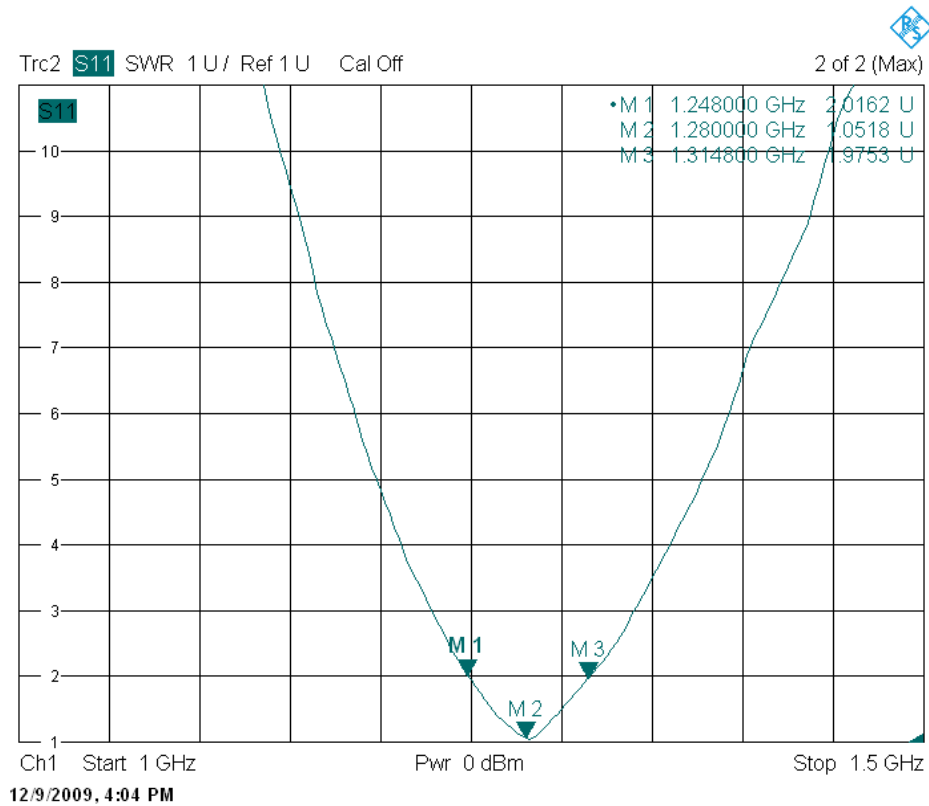
Les dimensions ne sont volontairement pas données au dixième de mm, car la réalisation hybride entre trace sur circuit imprimée et triple bande de cuivre autocollante génère probablement une certaine incertitude comparé à un design qui serait parfaitement planaire et d'un seul morceau de cuivre. De plus la taille au scalpel ne garantit pas des angles droits parfaits.

Le substrat utilisé est le R-1566W, donné avec une permittivité de 4.68 et un angle de pertes de 0.012. Valeurs qui doivent être assez justes, car la simulation était assez proche de la taille finale de l'antenne. Afin d'avoir une épaisseur suffisante pour avoir une largeur de bande correcte, il a fallu superposer deux plaques de 2.4mm, soit au total une épaisseur de l'antenne de 4.8mm. Quatre vis nylon les maintiennent ensemble. Le point d'alimentation est un trou de 1.3mm de diamètre afin d'être compatible avec un connecteur SMA droit pour montage print dont on a coupé les 4 pins de masse. Il faut « rallonger » le pin central pour pouvoir le souder sur le patch. C'est facile à faire en soudant un fil de plus petit diamètre au SMA avant de l'insérer dans le feed de l'antenne. Bien entendu la masse du connecteur doit être copieusement soudée au plan de masse à l'arrière de l'antenne.

La mesure sur SWR (S11) montre clairement une assez bonne résonance autour de 1280 MHz.



Pour ceux qui préfèrent la représentation du SWR:

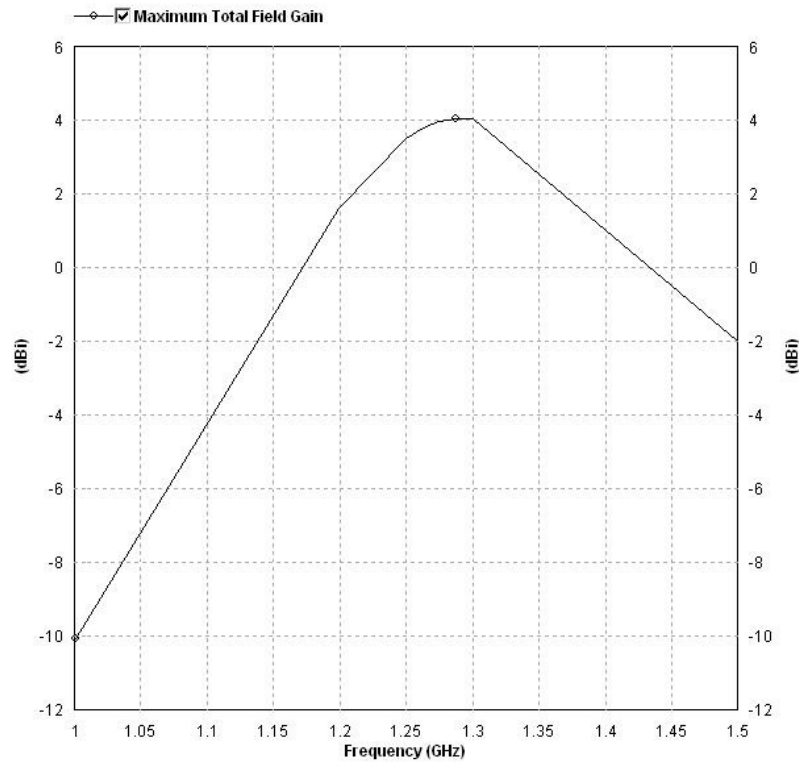


A noter que l'analyseur de réseau n'a pas été calibré pour l'occasion, c'est pourquoi je renonce à montrer l'abaque de Smith!

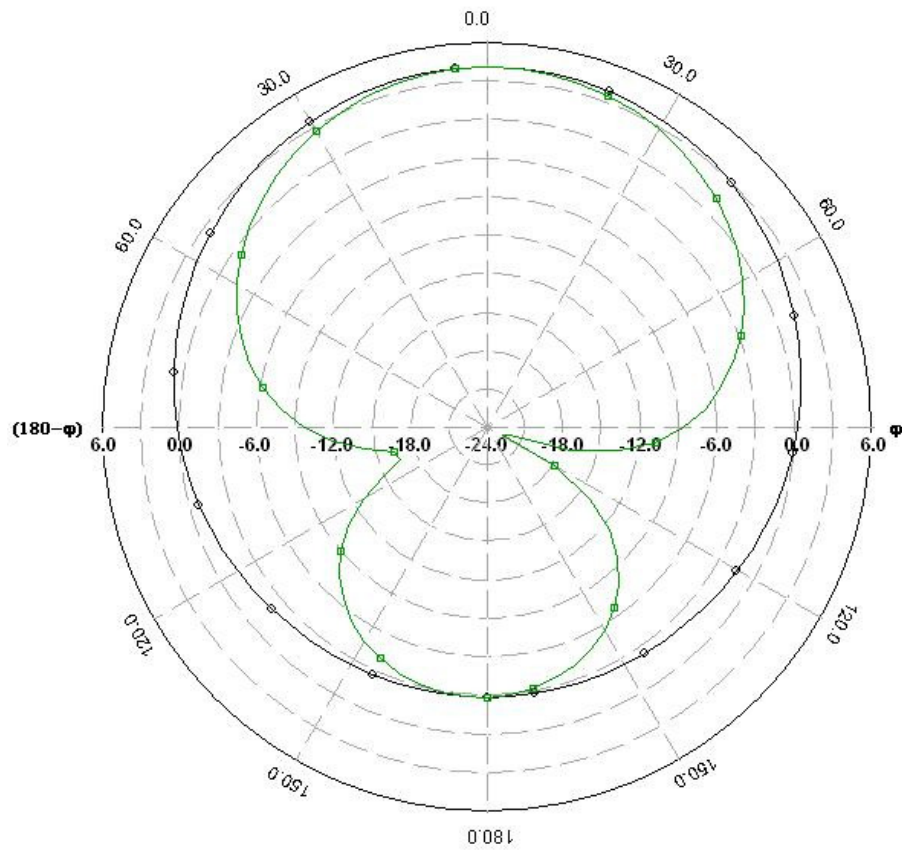
Au niveau du gain et du diagramme de rayonnement, la simulation donne un gain maximum de 4 dBi. On peut l'expliquer de manière grossière comme suit: l'antenne patch résonne en demi-onde, comme un dipôle. Comme elle est située sur un plan de masse (réflecteur) on peut s'attendre à avoir 3 dB de plus que le gain du dipôle, car il n'y a théoriquement pas d'énergie rayonnée vers l'arrière. Soit $2.15+3=5.15$ dBi. En pratique le plan de masse n'est pas infini, donc il y a quand-même un peu de champ dans les lobes arrière. De plus le substrat en fibre de verre occasionne quelques pertes, ce qui explique la différence avec le gain trouvé par le simulateur.

Le rapport avant-arrière n'est que de 6 dB, à cause de la taille vraiment petite du plan de masse en regard de la longueur d'onde.

Total Field Gain vs. Frequency



- ☒ f=1.2875(GHz), E-total, phi=0 (deg)
☐ f=1.2875(GHz), E-total, phi=90 (deg)



Elevation Pattern Gain Display

La polarisation de l'antenne orientée comme sur les photos est horizontale. L'antenne étant symétrique dans l'une des dimensions, le champ électrique n'est pas orienté dans cet axe. Le champ électrique est orienté selon la « grande longueur » de cette antenne. (Voir dessin du vecteur E sur la photo)

Mise à la masse ou non du centre du patch ?

Bernard, F5DB m'a fait une remarque au sujet de ce design. Il s'étonnait de la non mise à la masse du centre de l'antenne.

J'ai donc repris le simulateur et fait une comparaison « avec » et « sans » mise à la masse du centre. Dans les simulations, la mise à la masse est faite avec un via de 1mm de diamètre.

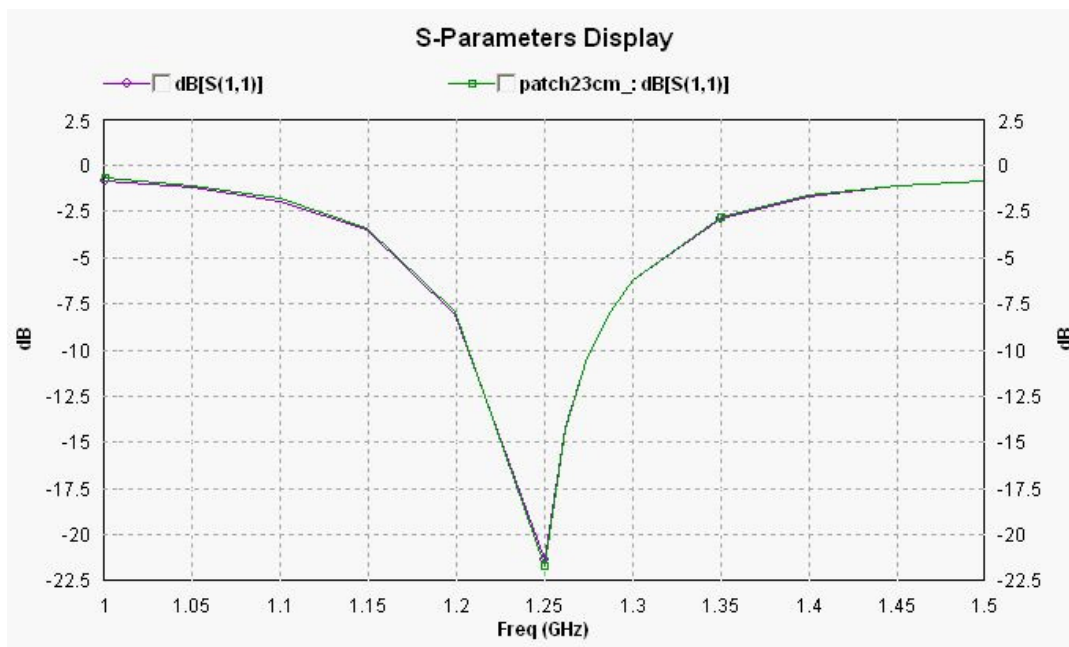
En fait le changement est insignifiant. La fréquence de résonance ne change pas, ni l'adaptation, ni le diagramme de rayonnement, comme on peut le voir dans les diagrammes ci-dessous.

Cependant la remarque de Bernard est pertinente. Une antenne mise à la masse est plus sûre pour le récepteur qui est derrière. Les éventuelles charges statiques seront écoulées à la terre au lieu de s'accumuler jusqu'à faire claquer le transistor faible bruit d'entrée de la chaîne de réception.

Une autre remarque concernait la largeur de bande. Pour augmenter la largeur de bande d'un patch il faut l'épaissir, c'est-à-dire augmenter la distance entre le plan de masse et le patch lui-même. Pierre HB9IAM m'a demandé où j'avais trouvé le substrat de 4.8mm, ce qui n'est pas standard. En fait ce sont deux PCB monocouche de 2.4mm chacun posés l'un sur l'autre. Par contre si l'on modifie l'épaisseur du diélectrique, il faut ajuster les dimensions du patch.

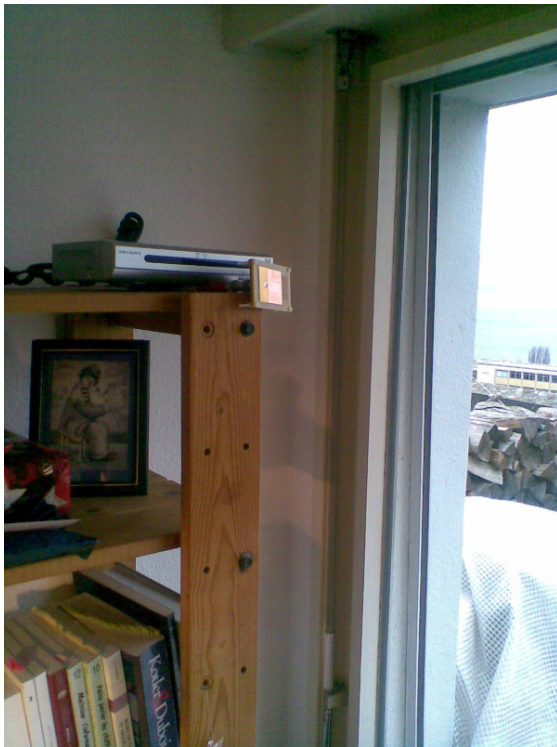
En conclusion il est donc bon de rajouter un via au centre du patch pour le mettre à la masse en ce point, mais ça ne change rien à la largeur de bande.

Comparaisons graphique AVEC (courbe violette) et SANS (courbe verte) via de masse au centre du patch :



Conclusion

Cette petite antenne sans prétention me permet maintenant à nouveau de recevoir un signal ATV dans des conditions correctes. Elle est utilisable ($SWR < 2$ entre 1250 et 1300 MHz). Je n'ai pas la prétention d'avoir fait un design extraordinaire et absolument optimum. C'est du vite-fait-bien-fait. Cependant si vous du PCB avec une constante diélectrique proche de 4.7, vous pouvez vous inspirer de cette antenne, en tout cas comme point de départ. L'utilisation de bande de cuivre autocollant pour rallonger l'antenne donne probablement une petite différence, comparé à un circuit imprimé traditionnel. Attendez-vous donc à devoir légèrement retoucher l'antenne. Une mesure de SWR est donc très souhaitable pour pouvoir utiliser cette antenne en toute sérénité.



L'antenne et le récepteur sur l'étagère



La preuve que ça fonctionne: la mire de HB9IBC-0 (la Dôle en JB36BK) reçue à Neuchâtel via le relais de Cuarny