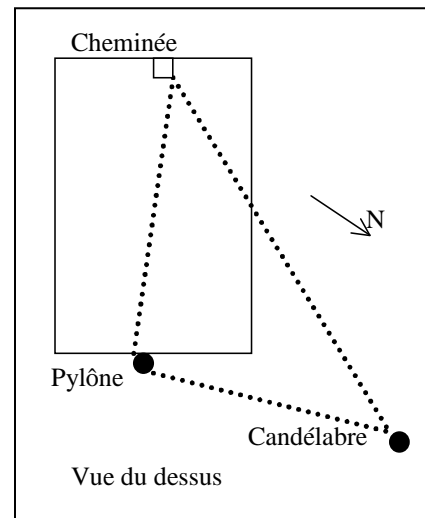
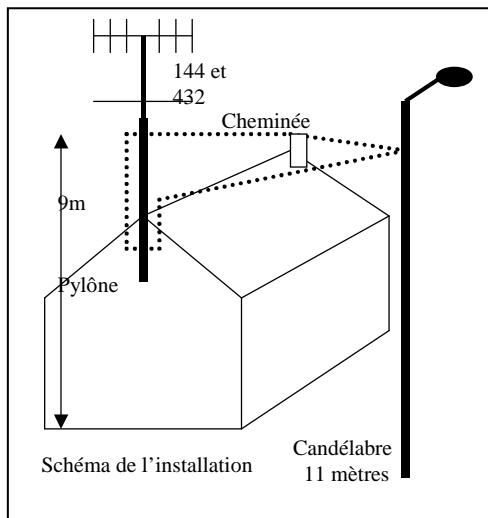


Construction d'une antenne loop 40 mètres

L'objet de cet article est de décrire le système d'aérien que j'utilise depuis 5 ans en décimétrique et qui m'a donné d'excellents résultats. Cette installation est le résultat d'un compromis : je ne pouvais pas monter d'antenne de type beam sur le pylône car le boom ou les brins rayonnants auraient dépassé les limites de mon terrain (et je ne voulais pas le faire non plus afin de rendre l'installation la plus discrète possible, ma femme avait déjà vu d'un mauvais oeil l'érection du pylône sur le pignon du pavillon...). Après avoir évalué toutes les possibilités et configurations, j'ai opté pour une boucle (ou loop) de 42 mètres de périmètre, utilisable théoriquement sur 40 mètres ($300/7,05 = 42,55$ m) et ses harmoniques. Le fil utilisé est du fil électrique 2,5 mm² à isolant de couleur bleue (c'est plus discret) en vente en bobine de 100m dans tous les magasins de bricolage. Comme un schéma est souvent plus clair qu'une explication, je vous le livre :

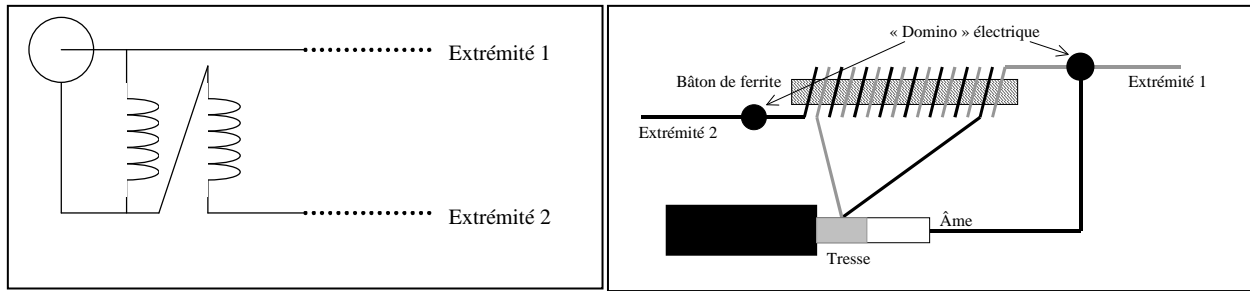


La boucle forme un triangle rectangle assez régulier : les côtés adjacents à l'angle droit sont à peu près égaux. La boucle est alimentée au niveau de l'angle droit. Le hasard a voulu qu'un candélabre qui éclaire la rue soit installé presque devant chez moi, formant le deuxième angle. Le dernier angle est formé par la cheminée de la maison. L'ensemble de ces trois points formant un triangle de 40 mètres de périmètre, il me restait 2 mètres pour la descente le long du pylône vers le symétriseur. Le tout est tendu à 9 mètres du sol avec de la cordelette traitée anti UV.

Avec l'analyseur d'antenne MFJ du club (appareil indispensable pour « bricoler » les antennes, surtout en décimétrique), j'ai d'abord vérifié que l'antenne résonait bien sur 7,05 MHz, ce qui n'était pas le cas : l'antenne était trop courte car elle rayonnait sur 7,2 MHz. Comme je n'avais pas envie de tout recommencer (grimper sur le toit et sur le candélabre pour repasser un fil plus long), j'ai remonté le point d'attache de l'extrémité 2 (côté candélabre) d'environ 1 mètre, j'ai pris un domino électrique et ai ajouté un morceau de 1 mètre de fil. Le domino n'est pas dans la partie tendue du fil mais dans la descente. Et pourquoi 1 mètre, me direz-vous ? Raisonnons un peu :

Si l'antenne résonne sur 7,2 MHz, c'est que le fil mesure électriquement $300/7,2 = 41,66$ mètres alors que pour fonctionner sur le milieu de la bande des 40 mètres, il devrait mesurer $300/7,05 = 42,55$ mètres, soit 90 cm de plus (ou environ 2%). La longueur électrique du fil de ma boucle est donc plus longue que dans le cas d'un dipôle où la longueur électrique est inférieure d'environ 5% par rapport à la longueur réel du fil. Le coefficient de « rallongement » dont je n'avais pas connaissance quand j'ai entrepris de construire cette antenne est donc bien confirmé.

Une fois la longueur de la boucle ajustée, j'ai mesuré son impédance (170 Ω sur 7 MHz) et j'ai construit un transformateur symétriseur (Balun) pour ramener l'impédance à 50 Ω . Une fois de plus un schéma vaut mieux qu'un long discours :

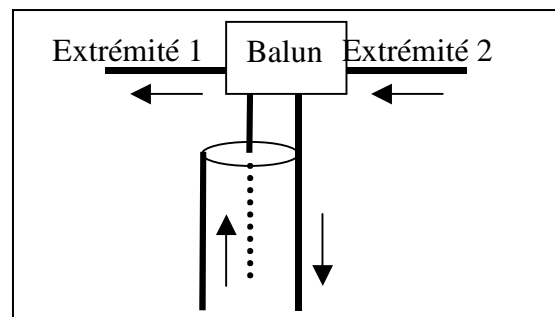


Le schéma de départ est un transformateur $\frac{1}{4}$ (« deux fils en main ») : sur un bâton de ferrite récupéré sur un petit récepteur PO/GO offert par la Blanche Porte (et qui n'a jamais fonctionné...), j'ai bobiné 9 spires. Pourquoi 9, me direz-vous ? : Parce que le bâton ne pouvait pas en contenir plus (et parce que dans la littérature technique, ce nombre semble un « passe partout » pour toutes les fréquences décimétriques). A la fin, j'ai « débobiné » une spire $\frac{1}{2}$ au secondaire (extrémité 2 sur le schéma) pour obtenir à l'aide de l'analyseur d'antenne le nombre d'ohm qu'est 50Ω sans réactance. La transformation d'impédance de mon balun est donc de $[(9+7,5)/9]^2 = 3,36$. Ce qui correspond bien à la valeur donnée de l'impédance sans le balun par l'analyseur MFJ ($50 \times 3,36 = 168$ pour 170 de valeur affichée). Le balun n'a pas été monté dans une boîte : il est juste à l'abri sous le bord du toit et il est relié à la boucle par deux dominos ce qui rend toute intervention très facile. Seule la partie coaxiale est protégé par du scotch d'électricien.

Cette antenne est parfaitement adaptée pour le 40 mètres. Quant aux autres bandes, la fréquence de résonance et l'impédance de l'antenne font que la boîte de couplage est nécessaire, même pour les bandes « harmoniques » comme le 14, 21 et 28 MHz et je n'ai pas réussi à trouver de bons compromis (périmètre de la boucle ou rapport de transformation du balun) : sur ces bandes, la longueur électrique du fil semble trop longue et la résistance pure est plus faible que pour le 40 mètres. L'antenne résonne sur 13.750, 20.500 et 27.550 avec des ROS respectifs de 2,3/1, 1,3/1 et 2/1. Alors que l'impédance est une résistance de 130Ω quasiment pure sur 15 mètres, sur les bandes 20 et 10 mètres, l'impédance est formée d'une résistance de 150Ω et d'une composante réactive non négligeable (environ $200/300 \Omega$) et, je suppose, négative (car l'analyseur MFJ ne donne pas le signe de la réactance mais la fréquence de résonance est en dessous de la fréquence d'utilisation). La partie du fil qui descend le long de pylône (à 50 cm de celui-ci) y est peut être pour quelque chose. Les bande des 80 et 160 mètres ne fonctionnent absolument pas avec cette antenne (la boîte de couplage automatique ne veut rien savoir...)

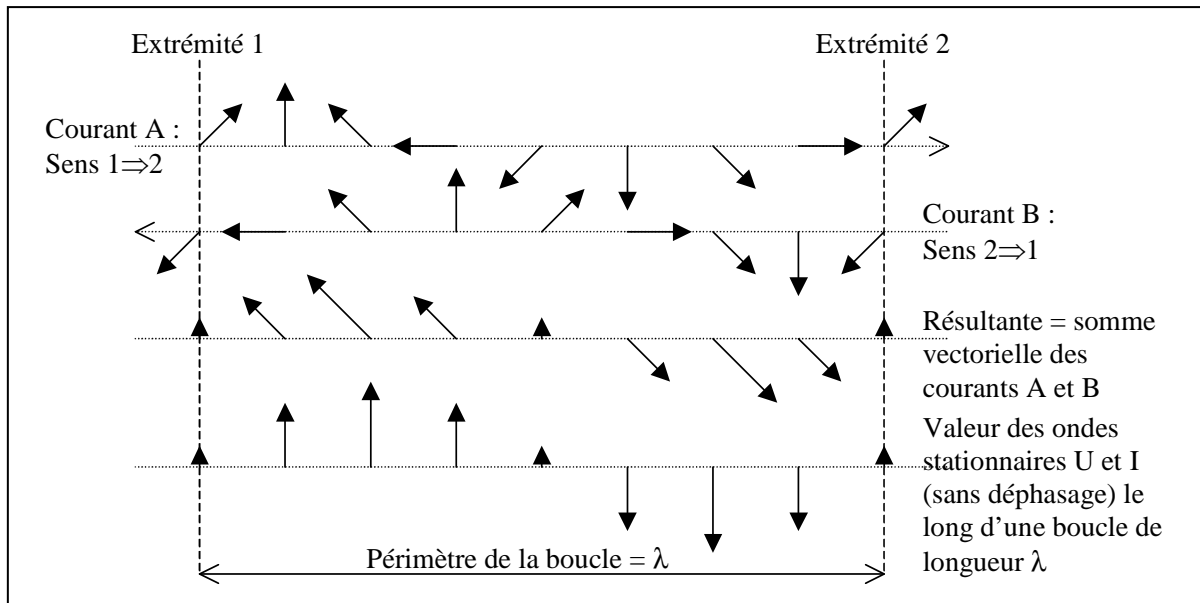
Mais l'important dans une antenne est son gain (ou sa directivité). Il est connu que cette antenne a un angle de départ élevé (environ 30°), favorisant les liaisons de courtes distances. Les reports que me donnent les stations françaises et européennes sont excellents. Mais, dans un pile-up sur une station lointaine, cette antenne ne fait pas de miracle face à une beam trois éléments. De plus, j'avais aussi remarqué une directivité plutôt Nord-Sud sur 40 mètres et Est-Ouest sur 20 mètres (sans toutefois que l'effet soit trop marqué). Après analyse de l'antenne et schématisation de la répartition des courants, mes remarques ont été confirmées.

Je rappelle d'abord comment fonctionne l'alimentation de toute antenne : dans le coaxial, le courant qui parcourt l'âme est de valeur égale et de signe opposé à celui qui parcourt la tresse. Arrivé au point d'alimentation de l'antenne, on a l'impression que l'extrémité 2 se prolonge dans l'extrémité 1 (que le balun soit présent ou pas).



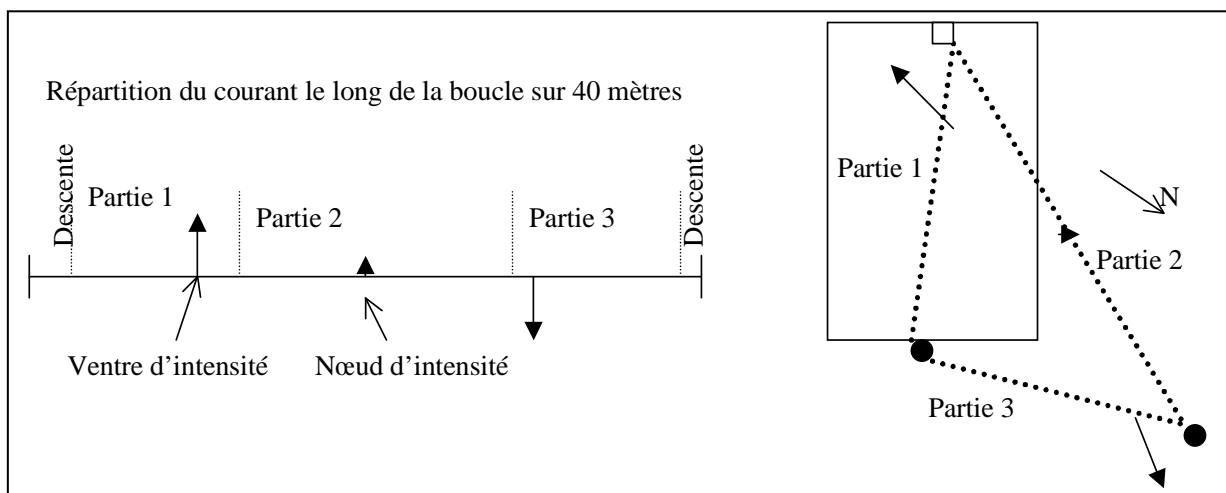
Le courant change continuellement de sens et on préfère parler de déplacement de flux et exprimer le courant en un point de l'antenne sous forme d'un vecteur représentant sa phase. On aura donc un flux de courant arrivant de l'extrémité 1 et un flux arrivant de l'extrémité 2. Ces deux flux parcourt le fil de

l'antenne en sens contraire. La somme vectorielle des vecteurs d'intensité des deux flux fait que, à certains endroits de l'antenne, les intensités s'annulent ou, au contraire, s'additionnent. Ces nœuds et ces ventres d'intensité se retrouvent toujours au même endroit du fil. Ce sont les ondes stationnaires. Seul l'angle de déphasage du courant évolue au rythme de la HF. Si on avait pris un autre vecteur au départ, la longueur des vecteurs seraient indentiques, seul l'angle de déphasage aurait changé. Dans le câble coaxial et au point d'alimentation de l'antenne, la tension est en phase avec l'intensité. Comme cette antenne est fermée, il n'y a pas de déphasage entre tension et intensité comme dans le cas d'un dipôle ou de tout autre antenne ouverte.



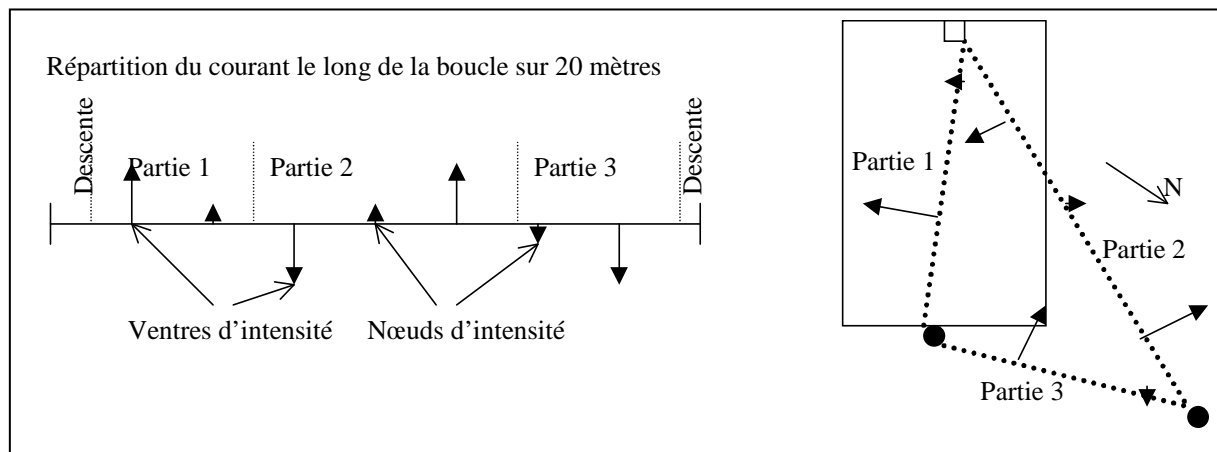
On voit, à la lecture de cette représentation que la tension et l'intensité, aux extrémités, sont toutes deux faibles, ce qui fait que cette antenne a une impédance moyenne. Ce qui n'est pas le cas du dipôle, où seule l'intensité est élevée, ce qui rend son impédance (U/I) faible. L'impédance d'une boucle parfaitement ronde est donnée habituellement pour 150Ω , ce qui est proche de nos 170Ω mesurés sur la bande des 40 mètres.

On rappelle qu'à chaque ventre d'intensité correspond un lobe de rayonnement. Il suffit, à présent, de positionner les nœuds et ventres du courant sur le schéma de notre antenne et d'en tirer les conséquences pour la bande des 40 mètres :



On voit bien la position des ventres d'intensités et donc des lobes de rayonnement dirigés dans un axe Nord-Sud. Une partie de l'intensité parcourt aussi la partie 2 de l'antenne, ce qui confirme que la directivité n'est pas très prononcée.

Pour la bande des 20 mètres, le raisonnement est le même sauf que la longueur de la boucle sera doublée par rapport à la boucle pour la bande 40 mètres. Il y aura donc 3 nœuds et 4 ventres d'intensités. La tension et l'intensité sont toujours en phase aux extrémités mais, à cause de l'énergie rayonnée, la tension sera plus faible que dans le cas de la boucle pour 40 mètres : l'impédance sera donc plus faible, ce qui confirme notre observation.



On voit bien, dans ce cas, que la répartition des courants génère des lobes de rayonnement dirigés Est-Ouest. On peut continuer ainsi la démonstration pour les bandes 15 et 10 mètres mais la multiplication des lobes rayonnement fait que l'antenne, sur ces bandes, est globalement omnidirectionnelle. Et il semblerait que, pour ces bandes, l'angle de départ soit plus faible (plus proche de l'horizon) car les reports des stations lointaines me semblent meilleurs que pour les stations proches.

Une analyse faite avec le logiciel d'analyse d'antennes MMANA confirme les diagrammes de rayonnement : sur 7 MHz, deux lobes de rayonnement dirigés Nord-Sud ; sur 14 MHz, quatre lobes de rayonnement dont deux plus importants en direction de l'Est et de l'Ouest. L'analyse confirme aussi l'angle de départ élevé sur 7 MHz lié essentiellement à la hauteur de l'antenne (9 mètres soit près de $\lambda/4$) par rapport au sol.

Pour compléter la description de mon installation décimétrique, j'ai un dipôle 2 x 19,5 m, construit à partir du même fil de 2,5 mm² et tendu avec le même type de ficelle. Monté sans balun, l'âme du coaxial a été reliée à un des deux brins et a été tendu à 5 mètres du sol entre le pylône et un poteau PTT (de l'autre côté de la rue), la tresse a été reliée à l'autre brin, servant de contre-poids, disposé en zig-zag dans les combles de la maison. Sur 80 mètres, l'ensemble a été ajusté à la pince coupante pour une résonance sur 3,65 MHz. Et j'ai eu le plaisir de constater que cette antenne fonctionne aussi, mais avec boîte de couplage car le ROS est de 2,5/1, sur 10 MHz en harmonique 3 et sur 18 MHz en harmonique 5. Enfin, j'ai constaté que cette antenne fonctionnait sur 160 mètres (avec boîte de couplage) en dévissant la PL de telle manière que seule l'âme soit en contact avec le TX : les rares QSO établis ne sont pas des DX...

Moralité : avec une bobine de fil de 2,5mm², un bâton de ferrite, trois dominos, une pelote de cordelette, un peu de lecture et un peu de gymnastique des quadriceps (montée et descente de l'échelle), on arrive à construire des antennes pas chères mais efficaces et discrètes.

J'espère que cette description vous poussera à tendre quelque bouts de fil lorsque les beaux jours reviendront : c'est un réel plaisir que de réaliser soi-même une partie de son installation, d'en comprendre le fonctionnement, de la peaufiner et de faire profiter de son expérience sur l'air.