



# Réalisation d'un balun

Une antenne doublet est théoriquement symétrique, un câble coaxial ne l'est pas.

Pour peu qu'un brin de l'antenne soit plus près de la terre ou d'une maison que l'autre brin, un déséquilibre va se produire, une tension différente apparaîtra sur chacun des fils au point d'alimentation et un courant à haute fréquence va circuler à l'extérieur de la gaine du câble. S'il est faible, pas de problème. S'il est fort, il va falloir utiliser un symétriseur ou une sorte de filtre pour le bloquer. On va voir comment il est possible de le mettre en évidence avant de chercher à l'atténuer.

## ANTENNE EXPÉRIMENTALE

Pour faire mes essais, j'ai installé une antenne doublet demonde entre la maison paternelle et un gros arbre situé à quinze mètres de là (photo 1). Le doublet  $2 \times 3,3$  m était tendu à 3,5 m du sol. Quand j'écris  $2 \times 3,3$  m, ce n'est pas tout à fait vrai car un des brins fait 3,27 m de longueur et l'autre 3,32 m. Une différence de 5 cm, ce n'est pas grand-chose mais ça a suffi à provoquer l'apparition d'un courant de gaine que mon super-détecteur a super-détecté.

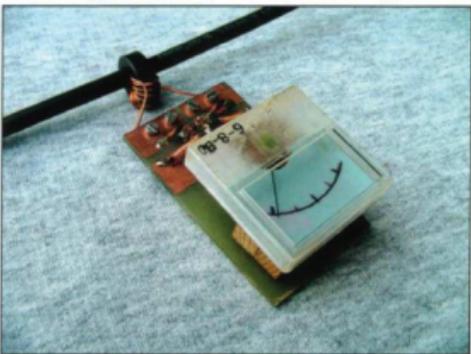
## DÉTECTION DES COURANTS DE GAINE

On va ressortir notre bon vieux détecteur de HF (photo 2) qui nous a si bien rendu service quand on étudiait les ondes stationnaires. Mais d'abord bobinons une dizaine de spires de fil émaillé de diamètre 0,6 à 1 mm (ce n'est pas très précis) sur un tore en ferrite comme on le voit toujours sur la photo 2. Le tore est enfilé sur le câble coaxial. On se trouve en présence d'un transformateur où le tore est le circuit magnétique, le câble coaxial est l'enroulement primaire (même s'il n'y a qu'une seule spire !) et l'enroulement secondaire est no-

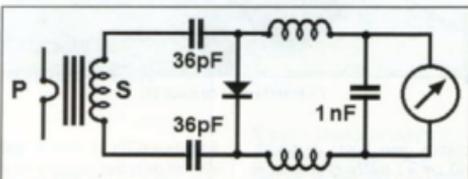
Même si les courants de gaine ne sont pas toujours méchants il est rassurant de les savoir bloqués.



1 - Un doublet 21 MHz expérimental.



2 - Le détecteur de courants de gaine.



3 - Schéma du détecteur de courant de gaine.

tre bobinage d'une dizaine de spires. Le tore en ferrite a un diamètre intérieur de 9 mm qui lui permet de passer à l'aise sur le câble de diamètre 6 mm,

compte tenu de l'épaisseur de l'enroulement. Notre détecteur est devenu une sorte de milliampèremètre HF que l'on peut promener le long du câble

comme on faisait déjà avec la ligne de Lecher en juin 2004.

Pour vérifier qu'il ne détectait pas des courants imaginaires, je me suis amusé à envoyer de la HF dans le câble reliant l'analyseur d'antenne à une résistance de 75 ohms (en fait deux résistances de 150 ohms en parallèle). Nada, pas de courant de gaine. Alors j'ai essayé mon antenne grandeur nature.

## MESURE DU COURANT DE GAINE

Première opération : enfiler le tore sur le câble coaxial avant de fixer la prise coaxiale. C'est le coup classique : si t'as oublié, tu redémonter. Le câble coaxial est du RG59 qui a une impédance caractéristique de 75 ohms. Si tu n'as que du 50 ohms, ce n'est pas la marchandise, de toute façon l'impédance au centre de l'antenne est théoriquement de 72 ohms, mais en pratique, à cause de la proximité du sol, l'impédance (et la fréquence de résonance) font un peu ce qu'elles veulent.

L'antenne est en place, on met la sauce : miracle le détecteur détecte, l'aiguille dévie à milieu d'échelle mais l'indication dépend de l'endroit où on fait la mesure. Je n'ai pas eu le temps d'approfondir mais j'ai comme l'impression que la longueur du câble coaxial peut changer les effets des courants de gaine...

## COMMENT STOPPER LES COURANTS DE GAINE

Du point de vue des courants de gaine, le câble se comporte comme un simple conducteur. Ce qui se passe entre la surface interne de la gaine et l'âme est du domaine privé : on sait que les courants qui circulent à la surface externe de l'âme et à la surface interne de la gaine sont égaux et de sens opposé et que leurs effets (magnétiques et électriques) se compensent.

On sait aussi qu'il n'y a rien de mieux qu'une self pour s'opposer au passage d'un courant électrique variable puisqu'on utilise une self d'arrêt (ou self de choc) pour empêcher la HF de circuler sur un conducteur d'alimentation. Pour bloquer les courants de gaine il suffirait donc de couper la gaine du câble coaxial et de brancher une self en série avec les deux morceaux de gaine ? Ben non parce que si on coupe la gaine, on empêche les courants utiles de circuler à l'intérieur du câble coaxial. La solution est plus simple : bobiner le câble coaxial sur lui-même (photo 4). C'est ce que j'ai fait en enroulant sommairement 7 spires de câble sur un diamètre de 6 cm à un mètre en dessous de l'antenne. Et ça marche ! Le détecteur ne dévie pratiquement plus. Il y a bien sûr moyen de faire mieux comme on va le voir.

### SELF D'ARRÊT EN CÂBLE COAXIAL

Ma self d'arrêt n'est pas très orthodoxe : les spires se chevauchent et des couplages capacitifs parasites peuvent apparaître entre la première et la dernière spire. Il faudrait bobiner la self sur un tuyau isolant, ou mieux : sur un fagot de bâtons de ferrite pour augmenter l'inductance de la self. À noter que ma self de 7 spires est efficace sur 20 MHz, mais si on avait travaillé sur 4 MHz il aurait fallu une plus grande inductance donc plus de spires ou encore une bobine avec un noyau magnétique.

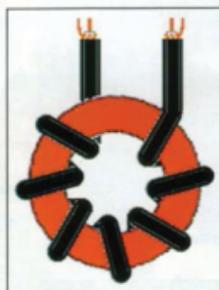
Puisqu'on parle de noyau magnétique, voici une solution encore plus efficace : une self en câble coaxial bobinée sur un tore en ferrite (figure 5) : ça, c'est du circuit magnétique ! Pour cela il faut un tore de grand diamètre (5 cm minimum) et du câble de petit diamètre (5 mm) ou remplacer le câble par une ligne bifilaire, ce qui prend moins de place.

### UN BALUN SUR UN TORE

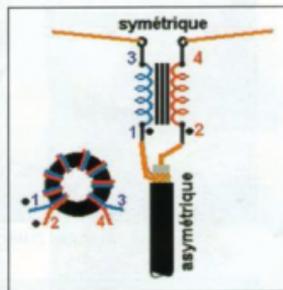
Si on torsade ensemble deux fils émaillés, on obtient une ligne bifilaire torsadée, ça semble évident. Pour ce faire, je



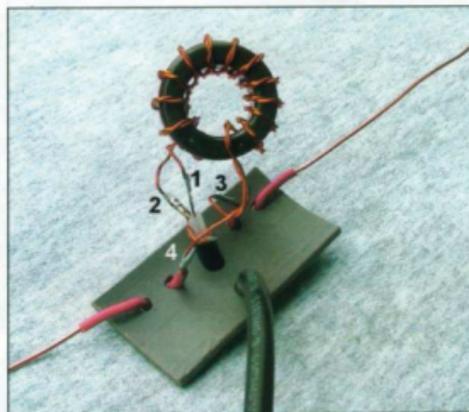
4 - Self d'arrêt pour courants de gaine en câble coaxial.



5 - Self d'arrêt sur tore ferrite.



6 - Branchement du balun sur l'antenne.



7 - Branchement du balun 1:1.

prends deux bouts de fils de 60 cm à 1 mètre chacun et je noue leurs extrémités ensemble deux à deux. Je fixe ensuite un nœud dans un étou et l'autre dans le mandrin d'une perceuse à main. Il ne reste plus qu'à tourner jusqu'à ce que les torsades aient environ 8 mm de longueur d'onde.

Ensuite il suffit de bobiner une dizaine de spires de cette ligne sur un tore en ferrite du genre FT157-61 comme sur la figure 6. On répartit au mieux les spires de façon à ce que la première et la dernière spires ne soient pas trop proches l'une de l'autre. Le branchement est simple, il est impossible de se tromper.

La photo 7 montre tant bien que mal la façon de câbler tout ça (j'ai été obligé de tordre les fils pour qu'on les voie tous ensemble). Pour mes essais j'ai tout laissé en vrac mais il est évident que si le balun doit passer plusieurs jours à dix mètres du sol par tous les temps, tu auras intérêt à lui trouver une belle boîte étanche et à soigner la réalisation. Par exemple, une petite boîte de dérivation en PVC comme celles utilisées dans les installations électriques domestiques. Ce type de balun est un modèle dit "de courant" par opposition aux "baluns de tension" et son rapport de transformation est de 1.

Mes essais ont été moins concluants que pour la self d'arrêt évoquée plus haut, je ne sais pas pourquoi il reste encore un faible courant de gaine. En outre l'impédance au bas de l'antenne est légèrement modifiée (peut-être la présence de la ligne torsadée qui ne fait pas exactement 75 ohms ?). À moins que ce bout de ligne ne rallonge électriquement le câble coaxial ?). Si je trouve une explication qui tient la route, je t'en reparlerai. En attendant, ça ne nous empêche pas de faire de l'écoute...

### DÉS AUTRES BALUNS

On a évoqué les baluns qui transforment les impédances, c'est bien pratique quand on passe d'une échelle à grenouille de 300 ohms à un câble coaxial de 75 ohms : il suffit d'utiliser un balun de rapport 4:1. Il existe aussi des baluns dont le rapport de transformation d'impédance est de 9:1, voire de 16:1. Et rien n'empêche de mettre en série plusieurs baluns sur tores en ferrite. Le seul problème est que chacun d'entre eux introduit des pertes et que cet inconvénient est parfois encore pire que le mal que le dispositif est censé combattre.

### LE MOIS PROCHAIN

On reste sur les tores avec quelques applications très intéressantes.

Pierre GUILLAUME, FBDLJ