

## Une antenne magnétique pour les bandes 7 à 21 MC

Pierre Boillat HB9AIS (QSP: HB9AKN)



Le loop portable de HB9AIS pour 5 bandes HF

### 1. Introduction

Les idées générales qui ont conduit à ce développement ont été les suivantes:

- a. Antenne utilisable pour les bandes: 7 à 21 MC, compacte, solide, facilement transportable et montage rapide.
- b. Possibilité de l'utiliser jusqu'à des puissances QRO de: 100 à 150 W
- c. Egalement utilisable et efficace en QRP

Un certain nombre de tests préliminaires de base ont été effectués au cours de ces dernières années et m'ont permis de me faire une idée précise des possibilités offertes par de telles antennes; voici la situation actuelle et les résultats.

### Les aspects théoriques

ne seront pas traités dans cet article, seules les particularités pratiques en images seront démontrés. A propos des aspects théoriques, il est possible d'en obtenir en abondance sur Internet, en cherchant aux moyens de mots clés, par exemple: «antenne magnétique», «magnetic loop antenna», «Magnet Kreis Antenne» etc. Un certain nombre d'articles ont déjà été publiés dans la revue **Old Man** depuis quelques années [1 et 3]. Aucun plan de construction ni

aucun schéma électrique ne sera publié, mais suffisamment d'informations seront données afin que les OMs puissent faire leur propre construction, et surtout l'adapter aux fréquences et aux puissances qui les intéressent. Les circuits électroniques sont d'un niveau tel que tous les radioamateurs devraient pouvoir les réaliser. Le PVC, le Delrin et le contre-plaqué sont les matériaux de base utilisés lors de la construction des principaux éléments supports. Le cuivre et l'aluminium ont été utilisés pour les composants de l'antenne.

### 2. Aspect général de l'antenne magnétique

- Cette forme a été choisie pour des raisons d'encombrement afin de pouvoir la transporter facilement dans le coffre de la voiture
- Le corps principal est un conduit de câbles en PVC: 15 x 6 x 57 cm
- Antenne magnétique: en principe, la forme n'a pas une très grande importance, voici les dimensions de l'antenne proprement dite: L 139.5 cm, H 53.5 cm. Longueur développée du tube de cuivre: 320 cm
- Tube de cuivre mi-dur, diamètres 18/16 mm
- Inductivité: env. 2.4  $\mu\text{H}$
- Boucle de couplage ovale: L 21.5 cm, H 12.5 cm
- Câble coaxial RG213U, longueur développée 58 cm

- Inductivité: env. 0.4  $\mu\text{H}$
- Poids de l'antenne: 4.5 kg
- Poids total avec son support: 7.7 kg

### 3. Le condensateur variable

- Le condensateur variable placé au haut du corps principal est fait de 2 sections de 14 à 220 pF en séries, ainsi la capacité résultante est 7 à 110 pf
- Espacement des plaques d'aluminium 2.25 mm dans chaque section, soit un espacement résultant de 4.5 mm
- Isolation résultante 4.5 kV (selon ARRL Hand Book 7.0 kVpeak)
- Un moteur pas à pas linéaire de Saia-Burgess Electronics à Morat, modifié par l'auteur, actionne la capacité variable sur une course de 110 mm
- La partie mobile du condensateur variable est montée sur des glissières en Delrin
- 2 micro-rupteurs limitent l'excursion en fin de course
- Une petite corde plastique actionne un potentiomètre permettant d'avoir une indication sur la position du condensateur variable
- L'action oblique de la cordelette contribue à compenser le petit jeu de la glissière

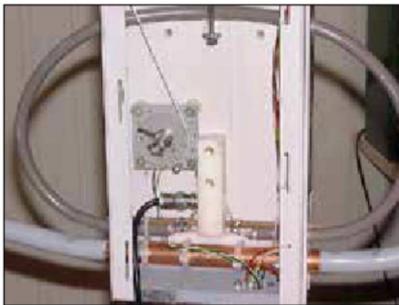


- On voit en haut de l'image les connexions du condensateur va-

riable aux extrémités de la boucle de l'antenne magnétique

- Ce condensateur variable, associé à la boucle principale de l'antenne permet de couvrir toutes les fréquences de 10 à 21 MC. Un condensateur additionnel commutable est nécessaire pour descendre à 7 MC (voir 5).

#### 4. Potentiomètre de feed back de la position



Au bas du corps principal, le potentiomètre de 2 kΩ est monté sur une plaquette de PVC, le pot est muni d'un ressort de rappel rotatif assurant aussi la tension de la cordelette.

Ce pot coopère avec une petite électronique (voir 6), il permet de connaître en tout temps la position du condensateur variable.

On voit également sur cette image la boucle de couplage en câble coaxial similaire à RG213u, (voir les données sous 2), ainsi que quelques détails de la construction.

Un câble coaxial RG58u de 10 m de longueur établit la liaison vers le transceiver.

Un câble blindé à 10 conducteurs établit la liaison vers la commande électronique.

#### 5. Condensateur additionnel pour utiliser l'antenne sur 7 MC

- Ce condensateur fixe construit au moyen de 8 plaques d'aluminium a une capacité de 154 pF
- Espacement entre les plaques 4.5 mm
- Isolation 4.5 kV (7.0 kVpeak selon ARLL Hand Book)
- La base de ce condensateur est du Plexiglas de 6 mm d'épaisseur
- Ce condensateur est mis en parallèle sur le condensateur variable, au moyen de 2 fiches bananes



dorées de bonne qualité de 4 mm de diamètre, assurant une bonne pression et de bons câbles souples de 5 mm de section

- La fixation sur le corps de l'antenne est faite au moyen de vis et d'écrous M5 en Nylon
- Le montage de ce condensateur additionnel au dos du corps principal de l'antenne est fait en quelques secondes.

#### 6. Télécommande du condensateur variable

- Cette commande électronique comprend un driver de moteur pas à pas SE2-D de Saia-Burgess Electronics Morat
- La position du condensateur variable est mise en évidence par une Bar-Graph de 10 LEDs, MV54164 et Bar-Graph Driver LM3914, les 2 circuits de National Semiconductor
- Le schéma est disponible dans le National Semiconductor Linear Hand Book



- Seulement quelques composants externes sont nécessaires
- La commande électronique est reliée à l'antenne par un câble blindé de 10 conducteurs, 6 sont utilisés pour le moteur pas à pas, 3 pour le potentiomètre, le dernier étant la masse est connectée au blindage du câble. Le câble a une longueur de 10 m
- L'alimentation se fait en 12- 15 VDC
- Tous les conducteurs sont découplés par des condensateurs céramiques de 100 nF, et, (ou) des perles en Ferrites
- Le boîtier est en fonte d'aluminium
- On règle la fréquence de résonance au moyen de l'inverseur fTune, qui comprend un point neutre au milieu de sa course. Toute la course du condensateur est faite en 60 sec.

#### 7. Un trépied léger et stable permet le réglage en azimut

- L'antenne sur son trépied, préparée pour le trafic en moins de 3 minutes.

**SAMS – Swiss Antenna Matching System**

**SAMS MN**

Die ferngesteuerten Antennen-Anpasssysteme **SAMS** eignen sich zur Anpassung nahezu aller Antennenformen. Ob symmetrisch oder unsymmetrisch. **SAMS** bedient bis zu 4 Antennen und kommuniziert mit bis zu 2 Transceivern. Ein weiterer Anpassbereich und bis zu vier weitere zuschaltbare Funktionen ermöglichen eine Flexibilität, die ihresgleichen sucht.

**SAMS – Schweizer Präzision für Antennenanpassung im Sende- und Empfangsbetrieb**

**SAMS plus**

**HEINZ BOLLI AG** Heinz Bolli, HB9KOF

Elektronik | Automation | Nachrichtentechnik

Rüthofstrasse 1 · CH-9052 Niederteufen / SCHWEIZ

Tel. +41 71 335 0720 · E-Mail: heinz.bolli@hbag.ch

Ausführliche Informationen unter: [www.hbag.ch](http://www.hbag.ch)

## Une antenne magnétique pour les bandes 7 à 21 MC (II)

- Une pièce en tubes d'acier soudés supporte un tube de PVC vers le haut, tandis que vers le bas, 3 pieds en contreplaqué assurent la stabilité de l'antenne
- Un des pieds est réglable en longueur, ce qui permet une adaptation parfaite sur n'importe quel terrain
- Accessoirement, un petit moto-réducteur électrique à continu de Conrad, N° 227579 est monté dans le corps principal du trépied
- Ce moteur est alimenté en 12 VDC à travers une résistance de 50  $\Omega$  pour en limiter le couple
- Un inverseur double à impulsion de Conrad, N° 705100 permet le réglage à distance de l'antenne en azimut. Quand le moteur est à l'arrêt, son bobinage est court-circuité par une résistance de 5  $\Omega$ , afin d'empêcher l'antenne de tourner au moindre souffle de vent
- Le poids de l'antenne n'est pas supporté par le moto-réducteur
- Mais par un roulement à bille de bonne dimension



### 8. Le laboratoire et la station radio HB9AIS

- L'antenne presque finie a subi un certain nombre de tests à l'intérieur du laboratoire et station radio
- Curieusement, dans cet environnement de béton armé situé en sous-sol, de très bons contacts ont été réalisés avec seulement une puissance HF de 2 Watts ! (voir 10.2)

### 9. Réglages

Procéder comme suit

a.- Commencer par faire plus ou moins coïncider la Bar-Graph de la télécommande avec l'indication de la fréquence de travail choisie

b.- En réception, chercher au moyen de la télécommande du condensateur variable le point de meilleure réception d'un signal ou mieux, du bruit de fond. Ce réglage est très facile et très précis

c.- En émission, mais avec quelques Watts seulement, régler le condensateur pour un TOS minimal. La longueur développée de la boucle de couplage a été déterminée expérimentalement en commençant par 70 cm, ensuite, elle a été réduite jusqu'à l'obtention de valeurs TOS correctes. Sa longueur développée finale est de 58 cm. Dans toutes les bandes on atteint entre 1.2/1 et 1.5/1 sans problèmes.

d.- En émission QRO, éventuellement retoucher la position du condensateur variable.

A noter qu'au moyen de la télécommande ces réglages ne posent aucun problème et sont vite faits. Pour chaque changement de fréquence de plusieurs kHz, il faut retoucher les réglages, car ils sont très pointus.

### 10. Résultats étonnants en QRP avec 2 et 5 Watts

1.- Les tous premiers tests ont été faits au cours du développement de l'antenne en QRP, sur la fréquence de 10.1 MC au moyen de mon petit transceiver de 2 Watts de puissance HF [2].

2.- L'antenne étant encore dans le shack, c-à-d. à l'intérieur d'un sous-sol construit en béton armé et émergeant de seulement 1 m du niveau du sol, d'un côté seulement, le sol étant légèrement incliné. Dans ces conditions extrêmes, j'ai tout de suite eu des contacts dans

toute l'Europe DL, G, ON, EA, F, et à mon grand étonnement, une station 9L en Sierra-Leone. Les rapports étaient toujours 569 -599, sauf la station 9L en Sierra-Leone qui a donné 449 QRM, le contact n'étant pas très facile il faut bien l'avouer. Toutefois cela se comprend vu la position en sous-sol de l'antenne à ce moment là !

3.- Une fois l'antenne installée à l'air libre, la qualité des contacts en QRP et les rapports RST étaient du même niveau que ceux obtenus au moyen d'une antenne verticale  $\frac{1}{4}$  d'onde. En outre, une station W2 dans le Connecticut a été contactée avec 5 Watts out dans d'excellentes conditions.

4.- Diverses antennes verticales  $\frac{1}{4}$  d'ondes, dipôles et LW ont servi de références lors de tests de comparaison avec l'antenne magnétique. Les signaux obtenus en réception avec l'antenne magnétique avaient des valeurs situées entre -1 et 3 dB par rapport aux signaux reçus avec ces antennes. Ceci sur toutes les bandes de fréquences entre 7 et 21 MC. Les rapports des stations contactées lors de QSO's confirment la même tendance.

### 11. Résultats en QRO avec 100 - 150 Watts de puissance

Tous les tests et liaisons ont été faits avec mon transceiver TS 120 S rescapé du cycle solaire 21, mais encore bien en forme et mon nouveau FT-897. Ces tests ont corroboré toutes les informations que j'avais eues à la lecture d'autres articles concernant le sujet dans la presse spécialisée ou sur internet. Le fait que la syntonisation de l'antenne magnétique peut être très précise entraîne un TOS très bas et ainsi la puissance max. peut être produite par l'émetteur. On sait en effet que la plupart des émetteurs adaptent automatiquement la puissance en fonction du TOS. Ce phénomène est bien visible avec mes transceivers TS 120 S et FT-897. Dès lors, le rendement de l'antenne, légèrement inférieur à un bon dipôle, bien dégagé peut être sans doute compensé.

## 12. Problèmes rencontrés lors de tests

1.- J'ai rencontré des problèmes lors de l'utilisation en QRO à 100 – 150 Watts au niveau de la fabrication du condensateur variable j'ai eu des surprises très désagréables quant le champ électrique HF traversait des parties isolantes en Plexiglas, en Canevasite ou en Delrin, car au bout de moins d'une minute elles partaient en fumée, voir en flammes ! Le Téflon de Du Pont, ou PTFE, expérience faite, se comporte mieux les pertes étant très faibles. Mais malheureusement ce matériau n'est pas très courant dans les shacks des radio amateurs.

En ce qui concerne le condensateur additionnel de 154 pF, cela a encore été pire. Lors des premiers test, alors que je l'avais construit à partir de sections de câbles coaxiaux RG213U montés sur du plexiglas comme cela avait été préconisé par quelques auteurs sur Internet, il s'est enflammé et a été détruit en quelques minutes. Si cette solution est valable pour des puissances de quelques Watts, en QRO, à 100 - 150 Watts, c'est l'incendie programmé, alors attention ! il vaut mieux utiliser des plaques d'aluminium ou de cuivre et réaliser une construction mécanique comme elle a été montrée sous 5 !

2.- Les valeurs du TOS, comme dit précédemment doivent en général être très faibles (voir 9.1c), mais j'ai remarqué que ces valeurs peuvent être passablement influencées par la longueur du câble coaxial reliant l'antenne à l'émetteur. Il y a donc lieu, en cas de problème, d'adapter cette longueur. La nature du sol joue également un rôle.

3.- Les valeurs du TOS peuvent être aussi influencées par la pureté spectrale de l'onde générée par le PA. Avec un des émetteurs[2] ayant servi aux tests de base, alors que celui-ci était suspecté de générer des distorsions: (harmoniques et résidus d'un mélange de fréquences pas très bien filtré) les valeurs TOS ne pouvaient pas être optimisées. (notez que le PA de cet émetteur a été reconstruit,

il donne maintenant des résultats parfaitement satisfaisants). Mais c'est l'antenne magnétique et sa sélectivité extraordinaire qui a révélé l'ampleur du problème.

## 13. Le réglage en azimut de l'antenne

1.- La pratique a démontré qu'il est très important d'orienter l'antenne

en direction de la contre stations, rappelons que le champ magnétique maximum d'une telle antenne se trouve dans le prolongement du plan de l'antenne. A titre d'exemple, si on prend l'image du chapitre 7, le champ magnétique max. se trouverait à gauche et à droite de l'image.

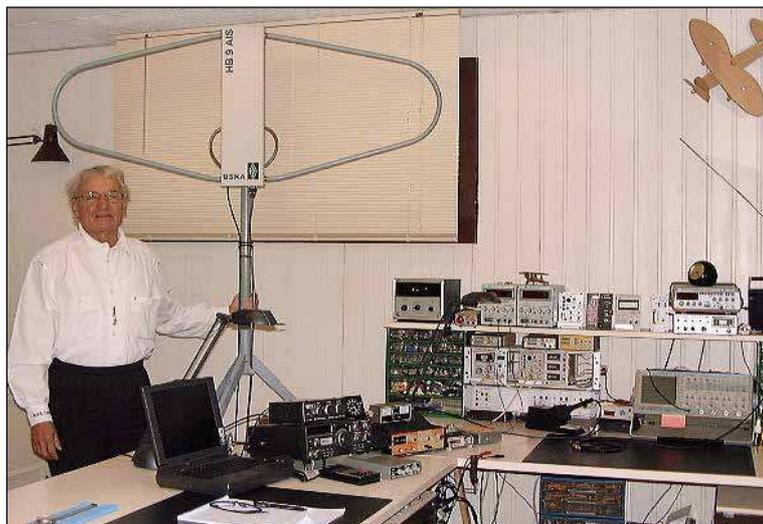
2.- Le petit moto-réducteur décrit sous 7 permet ce réglage azimutal rapidement, il évite à l'opérateur de la station de devoir se précipiter vers l'antenne pour procéder aux ajustements nécessaires et ainsi les QSO sont facilités et deviennent plus fluides.

## 14. Conclusions

1.- Le développement de cette antenne magnétique a pris plus de temps que prévu, surtout à cause des problèmes rencontrés lors de test en QRO. Il a fallu retravailler plusieurs fois les condensateurs variables et fixes. Enfin le but est atteint, les résultats en QSO ont été étonnamment bons en QRP avec seulement 2 ou 5 W HF out.

2.- L'antenne ne m'a pas non plus déçu en QRO avec 100 - 150 W, même sur 7 MC où une grande capacité fixe est mise en parallèle sur le condensateur variable.

3.- L'idée de base était d'utiliser cette antenne en portable, une de mes activités favorites. La mise en service se fait en quelques minutes seulement. Son trépied réglable permet une adaptation à tous les terrains.



Pierre HB9AIS dans son laboratoire

4.- La syntonisation à la fréquence d'opération au moyen de la télécommande du condensateur variable est très facile et rapide.

5.- De sérieuses précautions ont été prises en découplant les conducteurs reliant l'antenne à la télécommande. Ceci permet un fonctionnement impeccable de cette dernière, même en QRO à 100 – 150 W.

6.- Pour conclure, les dimensions de cette antenne magnétique permettent un transport facile et une installation à n'importe quel endroit, même à l'intérieur. Elle peut être utilisée sur 5 bandes HF amateurs en émission et naturellement hors des bandes amateurs en réception, avec toujours une syntonisation parfaite. La pratique a démontré que le réglage azimutal de l'antenne est indispensable, un petit moteur commandé à distance a été prévu à cet effet. Cette description montre une façon pratique de la réaliser. L'amateur avisé peut en outre s'en inspirer pour faire une construction utilisable sur d'autres bandes de fréquences.

## Références dans l'Old Man

- [1] L'antenne magnétique, considérations physiques, HB9AKN, Old Man 12/92
- [2] Un bon QRP 2 W Tranceiver pour le 10 MC, HB9AIS
- [3] Vergleichs-Messungen an Kurzantennen zu ½ Dipol, HB9CDB, Old Man 5/02

#