

## La réception des balises 406 à grande distance

Jean-Paul YONNET  
F1LVT / ADRASEC 38  
[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)  
[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Comment écouter les balises 406 ? Lors des recherches de type SATER, beaucoup d'OM utilisent des antennes bi-bandes omnidirectionnelles VHF-UHF. La transmission est effectuée en VHF, sur 145,475 MHz par exemple, et l'écoute UHF sur 406 MHz. Cela fonctionne, mais attention à l'atténuation en 406 MHz qui est très notable. Nous allons voir qu'une petite antenne directive donne d'excellents résultats.

En pratique, la rapidité de la localisation de la balise dépend directement de la capacité d'entendre la balise de détresse à grande distance. L'émission sur 406 MHz est puissante, 5W, ce qui fait qu'on peut la recevoir d'assez loin. Dès qu'on entend la balise sur 406 MHz, on peut essayer de décoder la trame et/ou de faire de la radiogoniométrie par Doppler. Quant à l'émission 121,500 MHz, elle n'a qu'une puissance beaucoup plus réduite, de l'ordre de plusieurs dizaines de milliwatts. Elle est prévue pour faire de la radiogoniométrie en recherche finale.

Les antennes demi-onde bi-bandes VHF – UHF omnidirectionnelles sont très répandues chez les radioamateurs. Leur taille raisonnable, autour de 1 mètre pour une demi-onde, leur gain et leurs plages de fonctionnement VHF – UHF les rendent particulièrement bien adaptées pour fonctionner avec un émetteur – récepteur bi-bande dans le véhicule.

Nous avons voulu tester ces antennes bi-bandes 432 en réception des balises 406 : les résultats sont décevants.

Pour ces essais, nous avons testé 3 antennes : une antenne bi-bande demi-onde d'un mètre de longueur, une antenne bi-bande raccourcie de moins de 30 cm de longueur, et une antenne directive 5 éléments taillée pour 406 MHz.

La première antenne testée est l'antenne DIAMOND NR-770R. C'est une antenne demi-onde omnidirectionnelle très classique, fonctionnant sans plan de masse aussi bien en VHF qu'en UHF. C'est une vraie demi-onde 144 MHz (gain 2,15 dBi donné par le constructeur) et 2 fois 5/8 d'onde en 430 MHz (gain 5,5 dBi) (Figure 1).

### Antenne Diamond NR770R



Gain: 2.15dBi (144MHz), 5.5dBi (430MHz) / Max.power rating:200W FM (Total)  
Impedance: 50ohms / VSWR:Less than 1.5:1 / Connector: MP  
Type: 1/2wave radialless (144MHz), 2x5/8wave radialless (430MHz)

Figure 1 : Antenne Diamond NR770R (extrait du catalogue Diamond)

Il existe des variantes de cette antenne demi-onde VHF – UHF chez différents fabricants. Nous avons aussi testé une antenne NR7700 dans la gamme Diamond, ainsi qu'une CHL-25 de Comet. Toutes ces antennes ont les mêmes caractéristiques. Les résultats ont été très comparables ...

La deuxième antenne bi-bande omnidirectionnelle testée est beaucoup plus courte. C'est la DIAMOND CR77, qui ne fait que 29 centimètre de longueur (Figure 2). Cette antenne a un gain plus réduit que la demi-onde, mais sa faible hauteur en fait une antenne passe-partout.



**Antenne Diamond CR77**

Longueur 29 cm  
Gain 144 = 2,15 dBi  
Gain 432 = 2,15 dBi

Figure 2 : Antenne Diamond CR77 (Sce Diamond)

Le gain de ces 2 antennes omnidirectionnelles est exprimé en dBi. Les dBi de mesure des antennes sont des valeurs théoriques de gain obtenues par comparaison avec une antenne isotrope. Les dBd sont plus réalistes et font la comparaison avec un dipôle. Quant aux dB, ils sont sans référence et servent à faire des comparaisons.

En pratique : « Gain en dBd » = « Gain en dBi » - 2.15 dB

Les fabricants d'antennes expriment le plus souvent les caractéristiques de leurs antennes en dBi car leur valeur est plus flatteuse ...

La troisième antenne testée est une antenne directive 5 éléments de fabrication OM. On trouve la description d'antennes adaptées à la bande 406 MHz sur les sites des chasseurs de radiosondes ; ces radiosondes fonctionnent entre 400 MHz et 406 MHz. Cette antenne directive 5 éléments a un gain théorique de 8 dB à 9 dB. Sa description a été faite par Stéphane, F1SRX [1].

Le protocole de mesure est assez simple. Un générateur UHF a été placé à une distance constante des antennes à mesurer. Les essais ont été faits sur 433,000 MHz et sur 406,000 MHz, avec plusieurs niveaux de puissance. Coté réception, la force du signal reçu est mesurée en dBm en sortie du câble relié à l'antenne mesurée. La référence choisie est l'antenne bi-bande demi-onde à 433 MHz. Tous les résultats sont exprimés en dB par comparaison avec cette référence. La précision des mesures et la répétabilité donnent une incertitude de l'ordre de 0,5 à 1dB pour les antennes bi-bandes, un peu plus pour l'antenne directive. Les résultats sont présentés sur le Tableau I.

Fréquence	NR770R	CR77	Dir 5el 406
433 MHz	Ref1 = 0dB	- 1.5 dB	---
406 MHz	-4 dB	-4 dB	+ 10 dB

Tableau I : Résultats comparatifs entre les antennes par rapport à l'antenne demi-onde de référence (NR770R à 433 MHz)

Ces résultats appellent plusieurs commentaires.

-- à 433 MHz, il n'est pas étonnant de constater que l'antenne demi-onde (longueur 1 mètre) donne 1,5 dB de plus que l'antenne raccourcie (longueur 30 cm).

-- à 406 MHz, les 2 antennes bi-bandes 432 omnidirectionnelles (la demi-onde NR770 et l'antenne raccourcie CR77) donnent des résultats assez équivalents et aussi mauvais avec 4 dB d'atténuation. Cela provient du fait que le rendement de ces antennes bi-bandes 432 est réduit quand elles fonctionnent hors bande. Elles sont toutes les deux mal adaptées à la réception en 406 MHz.

-- en passant de l'antenne bi-bande fixée sur le toit du véhicule à une antenne directive 5 éléments 406 tenue à la main, le gain est important. A 406 MHz, on passe de - 4 dB à + 10 dB, soit 14 dB de gain net par rapport aux 2 antennes bi-bandes 432 omnidirectionnelles. Attention ce gain important de 14 dB à 406 MHz provient du fait que nous sommes en train de comparer une antenne directive taillée sur la bonne fréquence à des antennes bi-bandes omnidirectionnelles mal adaptées. Mais cela correspond bien au cas réel de l'écoute 406 avec une antenne bi-bande 432.

Ce gain provient du gain propre de l'antenne directive et un peu aussi de la longueur du câble coaxial :

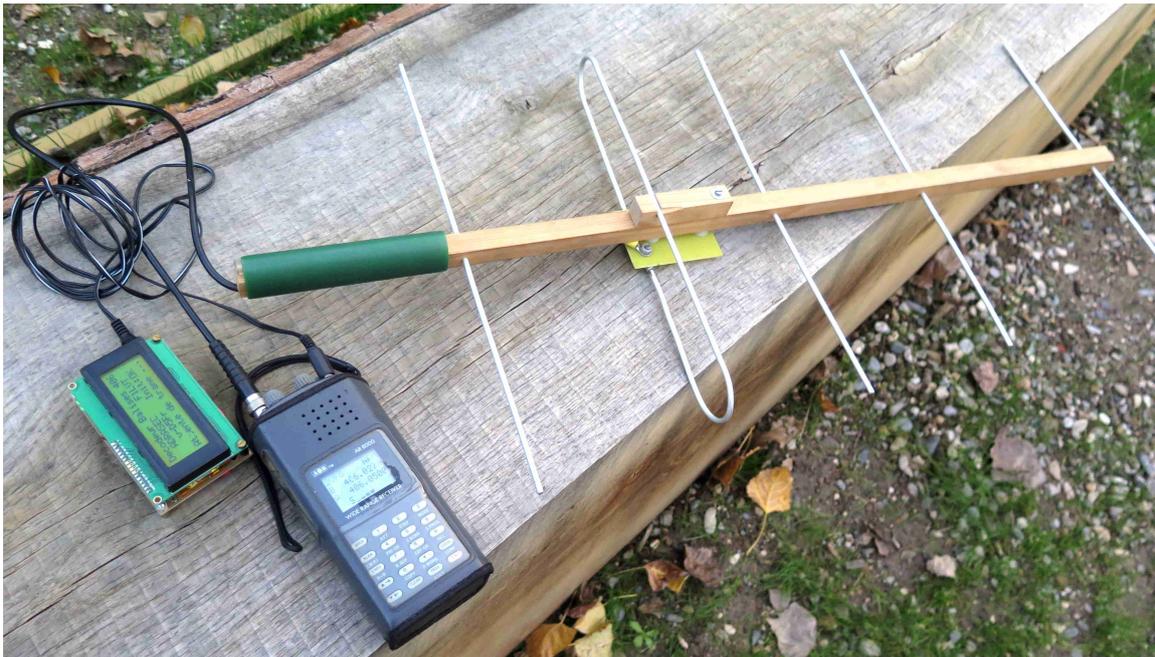
-- une antenne Yagi - Uda 5 éléments 406 MHz présente environ 8 dB à 9 dB de gain pour la fréquence centrale (on trouve la valeur de 9,2 dBd dans la littérature).

-- l'antenne directive est reliée à un câble assez court alors que les antennes de bi-bandes 432 sont fixées sur le toit du véhicule au bout d'un câble de 4m en RG58. L'atténuation de ce câble RG58 à 400 MHz est loin d'être négligeable ; elle est donnée pour 30 dB / 100 m à 400 MHz. Pour 4 m de RG58, l'atténuation est de 1,2 dB. C'est très loin d'être négligeable. Cela donne une atténuation supplémentaire pour les antennes omnidirectionnelles 432 sur le toit du véhicule par rapport à l'antenne directive. Avec une embase magnétique pour tenir l'antenne omnidirectionnelle sur le véhicule, on a souvent 5 mètres de RG58. C'est alors 1,5 dB d'atténuation.

### La réception des balises 406 à grande distance

En écoutant la fréquence de la balise 406 avec une antenne omnidirectionnelle 432, dès qu'on commence à soupçonner la présence de la balise, il faut s'arrêter quelques minutes et sortir une antenne directive, associée à un bon récepteur portable et un décodeur de trames. Avec une antenne 5 éléments on obtient un gain de 14 dB par rapport à ce qu'on reçoit avec l'antenne demi-onde. En fait 14 dB, c'est un facteur 5 sur la tension reçue par le récepteur.

Bien sûr le gain de 14dB est le cas le plus favorable, où l'antenne est dirigée vers la balise. L'angle d'ouverture d'une antenne 5 éléments est autour de 60° (à - 3 dB). Même si vous ne savez pas où se trouve la balise, à 30° de la bonne direction vous avez encore un gain de 11dB. En prenant le temps de faire des relevés tous les 60°, vous avez de grandes chances d'améliorer grandement la réception de la balise, et peut-être même de la décoder. Il faut 6 relevés pour faire un tour complet. Cela prend un peu de temps à cause de l'émission 406 toutes les 50 secondes, mais ça vaut le coût de faire cette mesure.



*Photo 1 : Antenne directive 406 MHz, avec un récepteur et un décodeur de trames*

Un signal 406 MHz dans le bruit avec une antenne omnidirectionnelle 432 a de fortes chances de pouvoir devenir décodable avec une antenne directive. Décoder à grande distance est important pour pouvoir raccourcir le temps de recherche lors d'un SATER. Si la position est dans la trame, vous pouvez maintenant aller droit sur la balise. La Photo 1 montre cette antenne directive 5 éléments avec un récepteur 406 MHz associé à un décodeur de trames.

La position donnée par le décodeur est en **degrés décimaux**, et non en degrés sexagésimaux. Elle est notée sur la dernière ligne sous la forme « 48.4477N 04.4222W » [R2]. Dans les logiciels comme Google Maps ou Géoportail, il suffit de rentrer la position sous la forme simplifiée « **48.4477, -4.4222** » pour afficher immédiatement la position sur la carte. Attention à bien positionner les 2 points des degrés et la virgule entre latitude et longitude, mettre un signe « - » pour S (Sud) et W (Ouest) et ne rien mettre pour N (Nord) et E (Est). Cela fonctionne aussi bien avec un ordinateur qu'avec un téléphone. Si on utilise un GPS, il faut le paramétrer en degrés décimaux, qui apparaissent souvent sous la forme « dd.dddd ». Un GPS de randonnée vous donnera la distance et le cap, et un GPS de voiture vous affichera le chemin à suivre pour y aller.

En connectant un GPS au décodeur, celui-ci vous affichera le cap à suivre et la distance pour aller à la balise.

### Comment construire une antenne directive 406 MHz

Le site de F5ZV est une mine de renseignements sur le sujet [1]. Beaucoup de chasseurs de radiosondes travaillent avec des antennes directives dans la bande 400 MHz – 406 MHz. Une antenne Yagi-Uda 5 éléments semble un bon compromis entre le gain (9 dBd) et la taille du boom. Il fait environ 56 cm, ce qui fait environ 70 cm avec la poignée pour tenir l'antenne (Figure 3). Même si elle est taillée initialement pour 403 MHz, sa bande passante est largement suffisante pour très bien fonctionner sur 406 MHz.

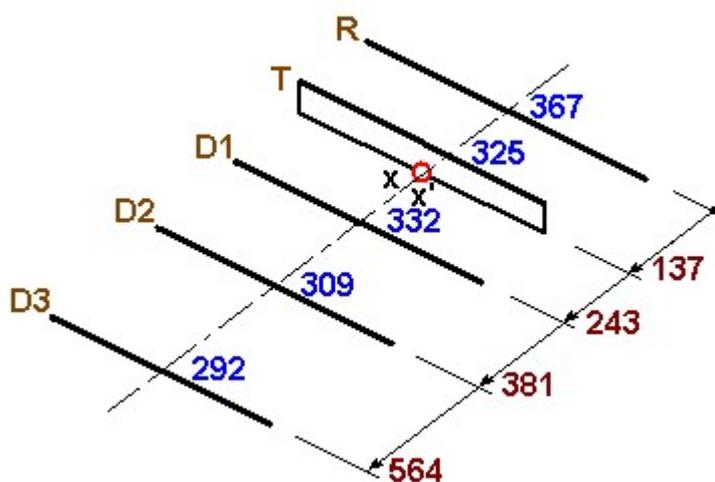


Figure 3 : Antenne 5 éléments 403 MHz (doc F1SRX)

### Synthèse

Pour faire de l'écoute 406 en continu, il est préférable d'utiliser une antenne correctement taillée pour 406 MHz plutôt qu'une antenne 432. Les sites dédiés à la recherche des radiosondes comme celui de F5ZV [1] regorgent d'information sur les antennes et les récepteurs adaptés à cette activité. La bande des RS va de 400 à 406 MHz, ce qui fait que toutes les antennes pour RS sont utilisables sur les balises de détresse entre 406,025 et 406,040 MHz.

Il faut faire attention aux longueurs de câble et à leur atténuation du signal, surtout quand on recherche un tout petit signal à grande distance. L'installation dans un véhicule utilise plusieurs mètres de câble coaxial, souvent de type RG58 ou équivalent, et l'atténuation en 400 MHz est très notable (1,5 dB pour 5 m). Avec une antenne directive tenue à la main, cette longueur de câble est beaucoup plus réduite. Etre équipé avec une antenne directive au bout d'un récepteur portable sensible permet de faire de l'écoute à grande distance. Il faut savoir profiter des 5W sur 406 MHz.

Bien évidemment cette antenne directive ne permet pas d'identifier facilement une direction car l'émission de la balise 406 est trop courte, une demi-seconde toutes les 50 secondes. On ne peut faire de la radiogoniométrie que par Doppler. Avec une antenne directive, on peut déjà obtenir une direction approximative. C'est déjà une information pour orienter les recherches.

L'utilisation d'une antenne directive facilite le décodage à grande distance des balises de détresse. Ce décodage de loin permet de raccourcir notablement le temps de recherche lors d'un SATER.

### Références

[1] Roland Guillaume / F5ZV, « Antennes utilisables sur 403 MHz »

<http://radiosonde.eu/RS08/RS08B01.html>

<http://radiosonde.eu/RS08/RS08E01.html>

[R2] On pourra vérifier que cet exemple correspond à la position d'un aéroport français